



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Comparación de la eficiencia de escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* en la remoción de plomo y cobre en aguas de Laguna Pajuscocha, Ancash 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Velasquez Aguilar, Zoila Prisve (ORCID: 0000-0002-3708-3036)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

A mis padres Sandro Velasquez y María Aguilar quienes son mi mayor ejemplo de bondad, amor y constancia, debido a sus valores y enseñanzas soy una persona de bien. Así mismo a mi mamita Prisve Quiroz y a mis hermanos quienes son mi mayor motivación para seguir adelante

### **Agradecimiento**

A Dios por darme la vida, mi asesor el Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo por guiarme en el desarrollo de mi investigación, finalmente a todas las personas que colaboraron con sus aportes y apoyo moral para cumplir mi objetivo.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de graficas.....	viii
Resumen.....	xv
Abstract.....	x
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y Diseño de investigación.....	17
3.2 Variables y operacionalización.....	18
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	20
3.5 Procedimiento.....	21
3.6 Método de análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos éticos .....	24
IV. RESULTADOS .....	25
V. DISCUSIÓN .....	42
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS .....	46
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la concha de abanico.....	12
Tabla 2. Composición Química del polvo de la concha de abanico.....	12
Tabla 3. Clasificación taxonómica de Mugil cephalus.....	13
Tabla 4. Composición química de escamas de Mugil cephalus.....	14
Tabla 5. Matriz de operacionalización.....	19
Tabla 6. Juicio de Expertos.....	21
Tabla 7. Resultados de parámetros In Situ.....	22
Tabla 8.Tratamiento con escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.....	23
Tabla 9. Dosis y granulometría más eficiente de las escamas de Mugil cephalus en la remoción de plomo .....	25
Tabla 10.Análisis de varianza para la concentración final de Plomo después del tratamiento con escamas de Mugil cephalus.....	26
Tabla 11.Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Plomo con escamas de Mugil cephalus.....	27
Tabla 12.Prueba de contraste de Tukey para la granulometría en el Plomo.....	27
Tabla 13.Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de plomo.....	28
Tabla 14.Análisis de varianza para la concentración final de Plomo después del tratamiento con residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.....	29
Tabla 15. Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Plomo con residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.....	30

Tabla 16. Prueba de contraste de Tukey para la granulometría en el Plomo.....	30
Tabla 17. Tratamiento (Dosis y granulometría) más eficiente entre escamas de <i>M.cephalus</i> y residuos calcáreos de <i>A.purpuratus</i> en la remoción de Plomo.....	31
Tabla 18. Análisis de varianza eficiencia de remoción de plomo.....	32
Tabla 19. Prueba de contraste de Tukey para la eficiencia de remoción de plomo entre escamas de mugil cephalus y residuos calcáreos de <i>Argopecten purpuratus</i> .....	32
Tabla 20. Prueba de contraste de Tukey para comparar eficiencia entre escamas y concha para plomo.....	33
Tabla 21. Dosis y granulometría más eficiente de las escamas de mugil cephalus en la remoción de Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha.....	35
Tabla 22. Análisis de varianza para la concentración final de Cobre después del tratamiento (dosis y granulometría) con escamas de <i>Mugil cephalus</i> .....	35
Tabla 23. Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre.....	35
Tabla 24. Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre.....	36
Tabla 25. Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de <i>Argopecten purpuratus</i> para la remoción de cobre en aguas de Laguna Pajuscocha.....	37
Tabla 26. Análisis de varianza para la concentración final de Cobre después del tratamiento (dosis y granulometría) con residuos calcáreos de <i>Argopecten purpuratus</i> .....	38
Tabla 27. Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre.....	38
Tabla 28. Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre.....	39
Tabla 29. Comparación de la dosis y granulometría más eficiente entre escamas de <i>Mugil cephalus</i> y residuos calcáreos de <i>Argopecten purpuratus</i> en la remoción de Cobre.....	39

Tabla 30. Análisis de varianza para la eficiencia de remoción de cobre entre escamas de <i>Mugil cephalus</i> y residuos calcáreos de <i>A.purpuratus</i> .....	40
Tabla 31. Prueba de contraste de Tukey para la eficiencia de remoción de cobre entre escamas y residuos calcáreos de conchas por tratamiento.....	41
Tabla 32.Prueba de contraste de tukey para comparar eficiencia entre escamas y residuos calcáreos de conchas para cobre.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dosis y granulometría más eficiente de escamas de <i>Mugil cephalus</i> en la remoción de Plomo.....	26
<b>Figura 2.</b> <i>Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de A.purpuratus en la remoción de Plomo.....</i>	29
<b>Figura 3.</b> Comparación de eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas y residuos calcareos de <i>A. purpuratus</i> en la remocion de plomo.....	31
<b>Figura 4.</b> <i>Dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus en la remoción de cobre.....</i>	34
<b>Figura 5.</b> <i>Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de cobre.....</i>	37
<b>Figura 6.</b> Comparación de la dosis y granulometría mas eficiente entre escamas de <i>M. cephalus</i> y residuos calcáreos de <i>A.purpuratus</i> en la remoción de cobre.....	40



## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue comparar las eficiencias de escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* en la remoción de Plomo y Cobre presentes en aguas de Laguna Pajuscocha, Ancash dando un valor agregado a estos residuos aprovechando sus propiedades de bioadsorción en cuerpos de agua con metales.

La metodología de la investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño experimental, se utilizó un volumen de 40 litros de agua de laguna para los ensayos experimentales en el laboratorio, el número de tratamientos fue 6 para ambos adsorbentes compuesto de la siguiente manera T1: (dosis 2g- Malla N°80), T2 : (dosis 4g- Malla N°80), T3: (dosis 6g- Malla N°80), T4: (dosis 2g- Malla N°50), T5: (dosis 4g- Malla N°50), T6: (dosis 6g- Malla N°50), para los ensayos se utilizó la prueba de jarras con un volumen de 500 ml, tiempo de contacto de 30 min y a una velocidad de agitación de 50 rpm.

Los resultados indican que las escamas de *Mugil cephalus* tienen una mayor eficiencia de remoción en comparación con los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* para los metales estudiados, alcanzando una eficiencia del 98.68% para plomo y del 99.48% para cobre , siendo para ambos casos el T3.

**Palabras Claves:** *Mugil cephalus*, *Argopecten Purpuratus*, Cobre, Plomo, adsorción.

## **ABSTRACT**

The objective of the present investigation was to compare the efficiencies of Mugil cephalus scales and Argopecten purpuratus limestone residues in the removal of Lead and Copper present in waters of Laguna Pajuscocha, Ancash giving an added value to these residues taking advantage of their bioadsorption properties in water bodies with metals.

The methodology of the investigation was of the applicative type, with a quantitative approach and experimental design, a volume of 40 liters of water of lagoon was used for the experimental tests in the laboratory, the number of treatments was 6 for both adsorbents composed in the following way T1: (Dose 2g-No. 80 mesh), T2 : (Dose 4g-No. 80 mesh), T3: (Dose 6g-No. 80 mesh), T4: (Dose 2g-No. 50 mesh), T5: (Dose 4g-No. 50 mesh), T6: (Dose 6g-No. 50 mesh), for the tests the jar test was used with a volume of 500 ml, contact time of 30 min and an agitation speed of 50 rpm.

The results indicate that cephalus mugil scales have a higher removal efficiency compared to Argopecten purpuratus lime residues for the metals studied, reaching 98.68% efficiency for lead and 99.48% for copper , being for both cases the T3.

**Keywords:** Mugil cephalus, Argopecten Purpuratus, Copper, Lead, adsorption

## **I. INTRODUCCIÓN**

Nuestro recurso natural agua viene siendo alterado principalmente por la actividad antropogénica como es el sector minero que si bien es cierto genera grandes ingresos a nuestro país, también es uno de los que ocasiona más contaminación gracias a sus pasivos ambientales.

El Ministerio del Ambiente (2015), indica que el sector minero en sus operaciones utiliza grandes volúmenes de agua, generando aguas residuales con presencia de residuos peligrosos y metales tóxicos para la salud. En el Perú la alteración de la calidad del agua representa uno de los principales conflictos socio ambiental, en su mayoría está relacionado con la minería esta actividad lleva muchos años explotando diferentes metales, ocasionando daños a su paso por el inadecuado manejo de sus efluentes y la inexistencia de normas que regulen estas prácticas de forma equilibrada con el ambiente y la población. (Yuparil, 2003, p. 3 citado por Quispe, 2017 ).

En la comunidad de Huaripampa distrito de San Marcos – Ancash los pobladores vienen mostrando su preocupación por la presencia de la empresa minera Los Quenuales Contonga a unos metros de las lagunas Contonga y Pajuscocha que son consideradas como cabeceras de cuenca. Según el informe Técnico N° 014-20 confirma altas concentraciones de zinc, cobre superando los límites máximos permisibles ECA-agua (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

Por lo anterior mencionado la presente investigación encontró necesario aprovechar los residuos de las escamas de pescado y los residuos calcáreos de las conchas de abanico dándole un valor agregado a fin de obtener un bioadsorbente de escamas de *Mugil cephalus* y un polvo activo de los residuos de calcáreos de *Argopecten Purpuratus* para evaluar cuál de ellos tiene una mejor eficiencia en la remoción de los metales encontrados en la evaluación de la muestra de agua de la Laguna Pajuscocha , los cuales exceden los valores para plomo y cobre para el ECA del agua en categoría 4. Conservación del ambiente acuático.

Los efluentes generados por la actividad minera con lleva a crear varios impactos ambientales significativos, atentando con los ecosistemas acuáticos, por ello para esta investigación se planteó como **problema general** lo siguiente: ¿Cómo será la comparación de la eficiencia de escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de Plomo y Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha ?, y para los **problemas específicos** se planteó :

-¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus para la remoción de Plomo en aguas de Laguna Pajuscocha?

-¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de Plomo en aguas de Laguna Pajuscocha?

¿Cómo será el resultado de la comparación de eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos en la remoción de plomo en aguas de laguna Pajuscocha?

¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus para la remoción de Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha?

¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha?

¿Cómo será la comparación de eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos en la remoción de Cobre en agua de laguna Pajuscocha?

**La justificación** del estudio en el ámbito ambiental brinda una alternativa de solución a la contaminación de cuerpos de agua generada principalmente por actividades antropogénicas que generan impactos ambientales significativos, ante este problema se vio la necesidad de reaprovechar y darle un valor agregado a los residuos acuíferos como son las escamas de pescado lisa y las valvas de las concha de abanico como métodos no convencionales amigables con el medio ambiente para la remoción de metales pesados presentes en la muestra de agua estudiada.

Justificación del estudio en el ámbito social: Esta investigación beneficiará a todas las partes interesadas ( los pobladores de la comunidad de Huaripampa y la empresa minera asentada a unos metros de laguna , ya que podrá darle una solución a este conflicto social.

Justificación del estudio en el ámbito tecnológico: La implementación de la propuesta implica la generación de ventajas económicas ya que la tecnología utilizada para tratar esta agua es de bajo costo a comparación de otros tipos de tratamiento convencionales.

**La hipótesis General** propuesta fue:

-La comparación de la eficiencia es mejor en las escamas de Mugil cephalus que los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de Plomo y Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha.

**Las hipótesis específicas** propuestas fueron:

-La dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus es 6g con malla N°80 (T3) en la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha.

-La dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus es 6g con malla N°80 para la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha.

- La comparación de la eficiencia de la mejor dosis y granulometría es mejor en las escamas de Mugil cephalus que los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha.

-La dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus es 6g con malla N°80 (T3) en la remoción de cobre en agua de laguna Pajuscocha.

-La dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus es 6g con malla N°80 en la remoción de cobre en agua de laguna Pajuscocha.

- La comparación de la eficiencia de la mejor dosis y granulometría es mejor en las escamas de Mugil cephalus que los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de cobre en agua de laguna Pajuscocha.

**El Objetivo general** de la investigación fue: Evaluar la comparación de la eficiencia de escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* en la remoción de Plomo y Cobre en aguas de laguna Pajuscocha. y como objetivos específicos se tuvo:

- Determinar la dosis y granulometría mas eficiente de escamas de *Mugil cephalus* para la remoción de Plomo en agua de laguna Pajuscocha.

- Determinar la dosis y granulometría mas eficiente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* para la remoción de Plomo en agua de laguna Pajuscocha.

- Comparar la eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* para la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha.

- Determinar la dosis y granulometría mas eficiente de escamas de *Mugil cephalus* para la remoción de Cobre en agua de laguna Pajuscocha.

- Determinar la dosis y granulometría mas eficiente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* para la remoción de Cobre en agua de laguna Pajuscocha.

- Comparar la eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* para la remoción de Cobre en agua de laguna Pajuscocha.

## II.MARCO TEÓRICO

Como antecedentes recopilados de **manera internacional** Onwordi et al (2019), en su artículo comparó la capacidad de 2 biopolímeros (cáscara de frijol (BH) y escamas de pescado (FS) para la adsorción de iones de Plomo en solución acuosa. La primera fase consistió en caracterizar los biopolímeros, además determino las condiciones óptimas para pH, tiempo de contacto y temperatura que influyeron en la remoción del metal, La eliminación de iones Plomo (II) se ajustó al modelo cinético de pseudo-segundo orden , la isoterma de equilibrio Langmur, que indicó un proceso heterogéneo, dio una mejor conformidad que los otros modelos utilizados para BH, mientras que la isoterma de Temkin dio una mejor conformidad para FS .alcanzando el equilibrio más rápido (a unos 30 min) en comparación con BH (a unos 60 min); sin embargo, los procesos son espontáneos y endotérmicos. Los biopolímeros alcanzaron una eficiencia de remoción de plomo a un 90% para ambos casos, por con siguiente concluyo que son adsorbentes eficaces para la remoción de plomo resultando para el BH a un pH 7,0 y dosis de adsorbente 0,2 g y para el FS un pH 6,0 e igual dosis.

Samant y Gurav (2018), estudio los residuos del pescado (escamas) como bioadsorbente para la remoción de los iones Cu, Zn, Fe y Mn presentes en medios acuosos, encontró la influencia que tienen varios parámetros como el pH, el tiempo de contacto y la cantidad del adsorbente, cada parámetro exhibió un mejor resultado de adsorción de los metales estudiados. Teniendo como resultado una mejor adsorción de los metales estudiados para todos los casos a una dosis de 5mg/l con un tiempo de 5 horas y a un pH 7 , concluyendo que los desechos de pescado (escamas) es un método fácil y rentable para la eliminación de los iones metálicos.

Para Ramón De Los Santos, et .al (2018),en su artículo reutilizo los residuos calcáreos de las conchas de ostras ricas en  $\text{CaCO}_3$  en forma de nanoestructuras, para la adsorción de Cobre y Cadmio presentes en solución acuosa, el ensayo de adsorción lo realizó en lotes a partir de soluciones de sales metálicas que fueron preparadas a diferentes concentraciones, uso modelos isotérmicos de adsorción y formulación matemática para describir los equilibrios de adsorción que se producen en las

nanoestructuras. Así mismo los resultados de la caracterización mostraron que el  $\text{CaCO}_3$  obtenido de los residuos calcáreos de conchas de las ostras es altamente cristalino y poliformo, dentro de los resultados obtuvo para los iones de cadmio (II) una capacidad máxima de adsorción de  $18,6 \text{ mgg}^{-1}$  y para los iones de cobre (II)  $22,7 \text{ mgg}^{-1}$ , para el caso del primero casi todo el metal se removió cuando la concentración era baja, sin embargo, la eficiencia fue disminuyendo conforme aumentó la concentración inicial del cadmio (II) de 91,4 a 7,32%, y para el caso del cobre (II), se obtuvieron valores de porcentaje de remoción de 19,5% como máximo y de 11,8% como mínimo.

Quevedo, (2017), en su trabajo de investigación determinó la capacidad de adsorción del metal plomo con los residuos de camarón. Su diseño de investigación fue experimental a nivel laboratorio la primera etapa consistió en caracterizar los residuos de camarón, cuyo diseño de la investigación fue experimental, los ensayos experimentales lo realizó a nivel de laboratorio contaminando una muestra de agua con 3 ppm de plomo, evaluando a distintos tiempos de residencia: 10, 30, 60, 90 y 120 min, alcanzando una remoción del 78.96% del metal estudiado. Además determinó las condiciones de operaciones óptimas concluyendo que el tamaño de partícula óptimo fue con el uso de la malla 40  $\mu\text{m}$ , pH óptimo: 3 con una capacidad de adsorción de plomo de 75%. Para el estudio de isotermas, se trabajó con diferentes concentraciones y con una dosis constante.

Soares, et al., (2016), en su artículo tuvo como objetivo evaluar un compostaje a base de restos de hierbas y cáscara de huevo, papas y arroz como biosorbente de iones de Plomo en un medio acuoso, la composición de este biosorbente contiene un 30% de cáscara de huevo su rendimiento se comparó con un compostaje sin cáscara de huevo y cáscara de huevo natural. Se ajustaron la cinética de sorción y los datos de equilibrio a los modelos de pseudo-segundo orden y Langmuir, respectivamente. Desde un punto de vista cinético, la absorción de plomo en CES fue rápido alcanzando el equilibrio en  $<180 \text{ min}$ . Los experimentos por lotes indicaron que la máxima capacidad de absorción de Pb fue de  $23 \text{ mg g}^{-1}$ . La capacidad de absorción del CES no dependía significativamente del pH en el rango de 2-5,5. En comparación con ES, la materia orgánica del CES proporcionó sitios suplementarios para la sorción de plomo y un aumento del 43 % en la sorción se



observó la capacidad. Sin embargo, el CWES fue el biosorbente con mayor capacidad de absorción. Aun así, este estudio señala el potencial del nuevo uso del CES como un efectivo biosorbente para la eliminación de plomo de las matrices acuosas.

Para Simonescu, et al (2016) su artículo se basó en preparar partículas compuestas de quitosano/hidroxiapatita utilizando como materia prima nano- y micropartículas de hidroxiapatita obtenidas por diferentes métodos de síntesis. Los compuestos de quitosano/hidroxiapatita se caracterizaron mediante espectroscopia infrarroja (FT-IR), difracción de rayos X y microscopia electrónica de barrido (SEM). Las pruebas de la dispersión de las partículas de hidroxiapatita en la matriz de quitosano fueron respaldadas por los resultados de la espectroscopia FT-IR y la difracción de rayos X. La microscopía electrónica de barrido (MEB) se utilizó para determinar la evolución de la microestructura y la morfología del compuesto de quitosano/hidroxiapatita en función del método de síntesis de la hidroxiapatita. Se evaluaron las propiedades de absorción de los compuestos de quitosano/hidroxiapatita en el proceso de eliminación del plomo de las soluciones sintéticas. Los resultados mostraron que la calidad del polvo cerámico utilizado influye en la capacidad de adsorción y en las características morfológicas de los compuestos obtenidos. Los compuestos sintetizados pueden participar con éxito en la eliminación del plomo de las soluciones acuosas sintéticas y de las aguas residuales.

Watanabe, F (2014) en su artículo científico analizó las nanopartículas de conchas de vieira que previamente fueron molidas en un molino húmedo hasta obtener polvo de un tamaño de 20 nm, se analizaron también micropartículas de 30  $\mu\text{m}$ . Obteniendo como resultados con respecto a la actividad antibacteriana contra la *Escherichia coli* que las nanopartículas son más eficientes que las micropartículas así también resultaron para la actividad esporicida con mayor eficiencia capaces de remover esporas de *Bacillus subtilis* bajo un tratamiento de 30 min de calentamiento suave a 60°C a 5 mg/ml removiendo más del 70% de esporas bacterianas siendo así mayor su eficiencia.

Vilchis, (2013). En su investigación “Adsorción de Pb (II) presente en solución acuosa sobre hidroxiapatitas de calcio, estroncio y bario, investigación para optar el grado de magister en ciencias ambientales. Su objetivo principal fue conocer el comportamiento de los iones plomo en la adsorción con los bioadsorbentes mencionados en una solución acuosa. Además, determino las condiciones óptimas concluyendo que la capacidad máxima de adsorción de plomo fue de 0,31; 0,32 y 0,26 mg/g para los bioadsorbentes a base de hidroxiapatitas de calcio, estroncio y bario con un tiempo de equilibrio de 20 minutos.

Nkiko et al.(2013), en su artículo utilizo un biosorbente a base de escamas de corvina (*Genyonemus lineatus*) para la eliminación de plomo en solución acuosa, así mismo determino la influencia de parámetros como temperatura, pH, concentración inicial de metal, y dosis del bioadsorbente. La técnica usada fue de sorción por lotes ajustándose a modelos cinéticos de adsorción , llegando a un equilibrio con la isoterma de Langmuir que permitió una capacidad máxima de adsorción de iones plomo de 14.58 mg g<sup>-1</sup> el cual disminuye cuando excede el pH de 2 y aumenta con el tiempo de contacto y dosis de adsorbente de 0,5 mg.

Como antecedentes nacionales tenemos a Cotrina, et al, (2019). En su investigación “Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante un sistema de biofiltro a base de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el poblado de San Andrés de Huacar, Distrito de Paccho – Huaura” tuvo como objetivo determinar en qué medida el biofiltro a base de los residuos calcáreos de (*Argopecten Purpuratus*) mejora el tratamiento de las aguas residuales estudiadas, su diseño de investigación fue experimental y la primera etapa consistió en la recolección de los residuos y el acondicionamiento para armar el prototipo del biofiltro para la mejora los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y la carga se evaluó con tres tiempos diferentes T1-15 min, T2- 30 min y T3- 45 min. los resultados para los parámetros fisicoquímicos la temperatura se mantuvo constante con 20 C° al igual que pH en un rango de 12 y 13 pero mientras los SST redujo un 56.17%, DBO5 82.73%, DQO 78.62%, OD y la Conductividad eléctrica fue disminuyendo desde el T1-15 hasta el T3-45 concluyendo que en el T2-30 se obtuvo parámetros con mejores resultados, asimismo los metales pesados reducidos en los tratamientos fueron; 37.3% Cobre, 64% Zinc, 87.4% Cadmio,

40.4% Plomo, 64% Hierro y 28.1 % de Arsénico donde los tres últimos elementos mencionados tienen concentraciones elevadas sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) ,en los parámetros microbiológicos (coliformes totales) tuvo en la muestra inicial 67 UFC/ 100 ml y en el T345 tuvo 0 UFC/ 100 ml, este sistema de biofiltro a base de conchas de abanico para el tratamiento de aguas residuales domésticas son una alternativas para disminuir los impactos ambientales y no generar riesgos a la salud pública, además que es un método donde se reutilizan los residuos marinos.

Julián (2018). En su artículo denominado “La concha de abanico como material multifuncional en la purificación del agua” utilizó los residuos calcáreos de la concha de abanico como material multifuncional para la purificación de la muestra del agua del río Ancos- Chimbote. El análisis previo determinó que el carbonato de calcio presente en la valva al ser calcinada a una temperatura de 800 °C durante 90 minutos, genera un compuesto con gran cantidad de óxido de calcio al 97.74%. Como resultado de los ensayos experimentales se obtuvo una remoción al 99.48% de coliformes y 99.85% de turbiedad.

Quispe (2017). En su tesis “Bioadsorción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017” tuvo como objetivo evaluar la remoción de plomo por medio de la bioadsorción de residuos de pescado lisa (escamas), cuya investigación fue de tipo aplicada con diseño experimental y enfoque cuantitativo .La metodología se basó en caracterizar las escamas de lisa, ver la influencia de estas en la remoción de plomo en la muestra de agua fortificada del río San Juan , además de determinar los factores operacionales que influyeron en la eficiencia del bioadsorbente para la remoción de plomo concluyendo que a un tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$  con dosis de 6 g y a 30 min de contacto la remoción de plomo es >90%.

Salazar, et al. (2017), en su investigación “Desarrollo y evaluación de un material adsorbente a partir de residuos orgánicos para la adsorción de  $\text{Cu}^2$  en soluciones sintéticas” tuvo como objetivo desarrollar un bioadsorbente a partir de residuos orgánicos para remover Cobre , como nueva alternativa a bajo costo para tratar aguas con presencia de este metal. Para lo cual utilizó cascara de huevo, conchas

marinas, carbón activado, arcilla bentonita para obtener un material fino y conseguir su sinterización. La cual se trabajó con 150 ml de solución de metal añadiendo 5g del adsorbente sintetizado, obteniendo como resultado la adsorción de un 98% de Cu después de analizar la solución filtrada de 100ml. En conclusión, determino que el material adsorbente hecho de la mezcla de estos residuos influye en la capacidad de remoción del  $\text{Cu}^{+2}$ .

Delgado, (2013). En su trabajo de tesis "Evaluación de escamas de pescado como adsorbente de metales pesados de agua residual", determinó la eficiencia de adsorción de los residuos del pescado lisa (escamas) para los metales estudiados (manganeso, níquel, plomo y cinc). Cuyo diseño de investigación fue experimental, la primera etapa consistió en preparar y caracterizar el adsorbente, posteriormente evaluó los factores de influencia: dosis del adsorbente, pH, concentración y tamaño de partícula, teniendo como resultado porcentajes de remoción para  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  y  $\text{Zn}^{+2}$ : 96,33%; 76,0%; 88,22% y 97,45% respectivamente con una dosis de 10 g de adsorbente y 5 minutos de agitación y a pH 6,4, con tiempo de 15 min alcanzo los porcentajes de 97,29%; 78,58%; 95,43% y 98,57%. Para varios niveles de 19 concentración a pH 4,3 el porcentaje adsorbido son altos para  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$  y  $\text{Zn}^{+2}$ , sin embargo, para  $\text{Pb}^{+2}$  el porcentaje de adsorción baja con el aumento de su concentración de 76,01% a 55,64%, concluyendo que a mayor concentración de plomo requiere un nivel de pH entre 3 y 5 para remover, en cambio al tamaño de partícula no se requiere mayor reducción que 1mm para el uso como adsorbente.

Respecto a las teorías relacionadas al tema se mencionó diversos conceptos que darán un fácil entendimiento al desarrollo de la presente investigación.

El Ministerio del Ambiente (2011), indica que el sector minero genera grandes impactos negativos a la salud y al medio ambiente, puesto que en sus operaciones utiliza grandes volúmenes de agua generando aguas residuales que al no ser tratadas generan grandes impactos negativos al medio ambiente por la presencia de metales.

Caviades (2015) menciona varios métodos para el tratamiento de agua, entre ellas tenemos la filtración por membrana, osmosis inversa, nanofiltración, precipitación química, intercambio iónico etc. Como métodos convencionales utilizados con

mayor frecuencia. Por otro lado, menciona a las no convencionales que son consideradas ecoamigables y de bajo costo como la fitorremediación, uso de biopolímeros y adsorción de metales pesados con residuos orgánicos, etc. (p 75).

Para Gamarra y Portal(2018) la adsorción es un método no convencional que es eficaz removiendo sustancias toxicas en el tratamiento de aguas (p 57).

En su artículo Valladares, et al. (2017) indica que la adsorción es una tecnología eficiente eliminando compuestos que no pueden removerse eficazmente por métodos convencionales.

**La bioadsorción** es un mecanismo sostenible obtenido de diferentes materiales provenientes de biomasas vivas o muertas procedentes de residuos orgánicos, partes de especies vegetales, debido a sus propiedades reemplazan métodos convencionales que permiten la captación y/o remoción de metales pesados en soluciones acuosas (Tejada, et al. 2013 citado por Quispe, 2017).

Mientras para Escalona, (2017) es un proceso de adsorción física que utiliza un sólido como agente adsorbente, biomasa como materia orgánica, viva o muerta. En este proceso el contaminante no penetra la pared celular del adsorbente ya que se queda en contacto con ella. Asimismo, la biomasa este viva o no sigue teniendo en la pared celular los mismos grupos funcionales, generando que el efecto de atracción sobre los contaminantes se mantenga intacta.

**Los biopolímeros** son eficaces para ser usados en el tratamiento de aguas residuales, entre las cuales podemos citar, bajo costo, biocompatibilidad, baja toxicidad, biodegradabilidad, alta abundancia natural, estabilidad, alta reactividad química y elevada capacidad de adsorción. (Fong, 2012)

### **Eficiencia de remoción**

En su estudio (Mera, C. et al. 2016) empleó la siguiente fórmula para determinar la eficiencia de remoción de los contaminantes.

$$\%Remoción = \frac{(cantidad\ inicial - cantidad\ final)}{(cantidad\ inicial)} \times 100\% \quad (1)$$

**Argopecten purpuratus**, molusco de clase bivalvo con nombre común conchas de abanico caracterizado por tener dos valvas en la parte interna se aloja la parte comestible rico en proteínas y aminoácidos por otra parte la valva que es la parte dura exterior protege la parte blanda del molusco y tiene alto porcentaje de carbonato de calcio.(Farias, 2018, p 19).

#### **Clasificación taxonómica de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)**

**Tabla 1:** *Clasificación taxonómica de la concha de abanico.*

Reino	Animal
<b>Phylum:</b>	Mollusca
<b>Clase:</b>	Bivalva
<b>Orden:</b>	Anisomyaria
<b>Género:</b>	Argopecten
<b>Especie:</b>	Argopecten purpuratus

Fuente: Lamarck,1819 citado por Valera, 2018 .

**Composición química y estructural del polvo de Argopecten Purpuratus**, los estudios realizado por Julián(2018) indican que los residuos calcáreos de la concha de abanico al someterse a una activación térmica permiten obtener un polvo activado, gracias al análisis espectroscópico de Fluorescencia de rayos X logró conocer los componentes teniendo como predominante el (CaO) > 97% véase en la Tabla 2.

**Tabla 2:** *Composición Química del polvo de la concha de abanico*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	97.743	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	0.820	
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.740	
Oxido de Estroncio (SrO)	0.359	
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.234	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.095	
Materia Orgánica	0.010	

Fuente: Julián,2018.

(Fernández y Arias ,2010, citado por Cotrina et, al ,2019) menciona que el componente principal de estos residuos calcáreos es el Carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) con un nivel de pureza al 99.14% teniendo la propiedad de eliminar impurezas, así como neutralizar pH en soluciones acuosas.(p10).

El carbonato de calcio representado con fórmula química  $\text{CaCO}_3$ , se encuentra en la naturaleza formando parte de estructuras de procedencia marina como los residuos calcáreos de moluscos, así pues, al someterlas a altas temperaturas se descomponen en óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) y dióxido de calcio ( $\text{CO}_2$ ) además este carbonato de calcio al reaccionar con agua forma hidróxido de calcio o cal apagada.(Farias, 2018, p18).

**Mugil cephalus** con nombre común lisa, esta especie de pez se caracteriza por tener dos aletas dorsales la primera con cuatro espinas y la segunda con 8-9, el tono del dorso es de un azul/ verdoso, su abdomen y flancos es incoloro o brillante, sus escamas en series laterales 36-45. encuentra en las aguas costeras de diferentes continentes Europa, Asia, África, Australia, América y Polinesia, teniendo una longitud de 80 cm y puede llegar a pesar 8 kg(FAO, 2013).

**Tabla 3.** Clasificación taxonómica de *Mugil cephalus*

<u>Reino</u>	<u>Animalia</u>
<u>Phylum</u>	<u>Chordata</u>
<u>Clase</u>	<u>Actinopterygil</u>
<u>Subclase</u>	<u>Neopterygil</u>
<u>Orden</u>	<u>Mugiliformes</u>
<u>Familia</u>	<u>Mugilidae</u>
<u>Genero:</u>	<u>Mugil</u>
<u>Especie</u>	<u>cephalus</u>

Fuente: (Wayne, 2004)

**Escamas de pescado** estos residuos son huesos tegumentarios laminares de origen dérmico, estos son derivados del exoesqueleto de los placodermos (Delgado, 2013). La parte frontal de la cara interna como la externa de las escamas están cubiertas por estas láminas de osteoblastos (Beamish y McFarlane, 1987, citado por Basualdo y Delgado, 2019) que provocan su crecimiento continuo.

También se conoce que las escamas están sobre puestas de apatita deficiente en calcio y su estructura está compuesta principalmente de colágeno tipo I, cuya composición varía con el tipo de pez del cual proviene, este colágeno contiene fosfato cálcico(hidroxiapatita), las escamas pescado lisa son eficientes removiendo metales pesados en soluciones acuosas (Delgado, 2013).

Las escamas de lisa tienen una estructura y forma de un disco delgado y redondo perteneciendo al grupo de los Cicloide.

#### **Composición químico proximal de las escamas de *Mugil cephalus***

La tabla 4 describe la composición química proximal de las escamas de *Mugil cephalus*.

**Tabla 4.** *Composición química de escamas de *Mugil cephalus*.*

<b>Componentes</b>	<b>Medida <math>\pm</math> DE</b>
<b>Contenido de humedad</b>	54.84 $\pm$ 0.34
<b>Contenido de proteína</b>	23.26 $\pm$ 0.19
<b>Contenido de grasa</b>	0.07 $\pm$ 0.002
<b>Contenido de fibra</b>	0.30 $\pm$ 0.02
<b>Contenido de ceniza</b>	0.30 $\pm$ 0.02
<b>Contenido de carbohidratos</b>	0.31 $\pm$ 0.008

Fuente: Basualdo y Delgado, 2019



(Mustafiz et al. 2003) menciona la presencia de colágeno, así como fosfato carboxilo, amina y amida en escamas de distintas especies de peces las cuales influyen en la remoción de metales pesados en solución acuosa.

**El plomo** es un metal que se encuentra presente en toda la naturaleza y/o en casi todos los cuerpos de agua, pero en cantidades mínimas, esta cantidad es inferior a lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud, además Hernández y Triviño (2016) menciona que los cuerpos de agua superficiales se contaminan indirectamente debido a las emisiones de los vehículos, y de los procesos industriales de las mineras, refinería, debido a que el plomo llega a la atmósfera y cuerpo de aguas transportándose mediante las lluvias ácidas y aguas residuales. (p.37)

**Cobre** la disposición inadecuada de aguas residuales se deposita en los suelos y termina por alterar el pH actividad microbiana y la pérdida de materia orgánica, este metal cuando se acumula en plantas altera su desarrollo y puede causar el envenenamiento en animales (Lenntech,2017).

**El Test de Jarras** es un mecanismo que permite determinar las condiciones de operación óptimas, la prueba permite un ajuste del pH al mismo tiempo de hacer variaciones en cuanto a la dosis de sustancias químicas añadidas a la muestra, alternar parámetros como las velocidades de mezclado, la prueba de jarras generalmente es utilizado para el tratamiento de aguas, a través de la coagulación química y la dosificación apropiada de reactivos permite la comparación de diversas combinaciones químicas estando todas sujetas a las mismas condiciones (Domínguez, 2017).

**Granulometría.** Es la medida del tamaño y la cantidad de las partículas presentes en un material, y es determinada por diferentes métodos de análisis granulométricos.

**Marco legal.-** Constitución Política del Perú de 1993 en el capítulo 11 del Título 111 denominado "Del Ambiente y los Recursos Naturales" establece en su art. 66° que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación y, por ende, el Estado es soberano en su aprovechamiento. Asimismo, en los art. 67°, 68° y 69° establece que el Estado se encarga de promover el uso sostenible y la conservación de sus recursos naturales.

**Ley N° 28611. Ley General del Ambiente** cuyo objetivo tiene de asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable para el desarrollo de la vida acondicionando el marco normativo para una buena y efectiva gestión ambiental la protección del ambiente y sus componentes.

**Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.** Este decreto aprueba y establece los estándares nacionales de calidad ambiental para cuerpos de agua superficial destinado a cuatro usos: Poblacional y recreacional (categoría 1), Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales (categoría 2), Riego de vegetales y bebidas de animales (categoría 3), Conservación del ambiente acuático (categoría 4).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

El tipo de estudio de la investigación es aplicada así pues se aplicaran conocimientos teóricos basados en trabajos previos que ayudaran a desarrollar de manera práctica la solución del problema de investigación.

Como menciona Turcio y Palacios,(2015), el investigador tiene una participación activa, tomando actitudes flexibles para encontrar solución al problema, aplicando el uso de las variables con el conocimiento teórico y experimental(p.41).

Así mismo el diseño de investigación es experimental en la que se trabajó con dos variables , una independiente y otra dependiente , manipulando las variable independiente aplicando el tratamiento con diferentes dosis y granulometría tanto para las escamas de *Mugil cephalus* y los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* entre el adsorbente y adsorbato sobre la variable dependiente (Remoción de plomo y cobre).

El nivel de la investigación es explicativo como menciona Fernandez y Baptista,(2014) busca responder las causas de explicará el comportamiento que tiene la variable independiente (los tratamientos) que causara efecto en la remoción de los metales presentes en la muestra de agua de laguna.

La estrategia para obtener la información requerida tuvo la siguiente representación simbólica:

$$G: O_1 \rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow O_2$$

G: Muestra a tratar (agua de la Laguna Pajuscocha)

O<sub>1</sub>: Pre – test, concentración inicial de Plomo y Cobre

X<sub>1</sub>: Tratamiento con bioadsorbente proveniente de escamas de *Mugil cephalus*.

X<sub>2</sub>: Tratamiento con polvo activo proveniente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*.

O<sub>2</sub>: Concentración final de plomo y cobre despues de la aplicación de los tratamientos.

### **3.2 Variables y operacionalización**

#### **3.2.1 Variables**

**Variable independiente:** Comparación de eficiencia de escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*. (estímulo)

**Variable dependiente:** Remoción de plomo y cobre.(efecto)

Tabla 5 .Matriz de operacionalización

"Comparación de la eficiencia de escamas de mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de Plomo y Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha"							
INDEPENDIENTE	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Escala de medición
	Comparación de la eficiencia de escamas de mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus	Se conoce que las escamas de pescado estan compuesta principalmente de colageno tipo I, este contiene hidroxiapatita y es eficiente en la adsorción de metales pesados en soluciones acuosas.(Delgado, 2013) y los residuos calcáreos de la concha de abanico estan compuestas de CaO3 que al someterse a una activación térmica permite obtener un polvo activado , el cual su principal componente es el oxido de calcio, permitiendo remover impurezas en el agua. (Julián, 2018).	Se usarán unidades experimentales que combinen dosis por granulometría tanto para las escamas y los residuos calcáreos , lo que determinará el tratamiento más eficiente para la remoción de los metales presentes en la muestra de agua de la Laguna Pajuscocha, estos ensayos experimentales de adsorción se realizarón en el test de jarras con un tiempo de agitación de 30 min y a 50 rpm.	Mejor dosis entre escamas de mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.	2	g/l	Razón
					4	g/l	
					6	g/l	
				Mejor dosis entre escamas de mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.	50	mm	
					80	mm	
DEPENDIENTE	Remoción de plomo y cobre en agua de Laguna	Para determinar la eficiencia de remoción de contaminantes en su estudio (Mera, C. et al. 2016) empleó la siguiente formula :  $\%Remocion = \frac{(cantidad\ inicial - cantidad\ final)}{(cantidad\ inicial)} \times 100\%$	La cantidad removida de plomo y cobre se calculó con la diferencia de las concentraciones iniciales y finales de estos metales presentes en la muestra de agua de la Laguna Pajuscocha.	Remoción de Plomo	Concentración inicial de Plomo	mg/l	
					Concentración final de Plomo		
					Eficiencia	%	
				Remoción de Cobre	Concentración inicial de Cobre	mg/l	
					Concentración final de Cobre		
					Eficiencia	%	

Fuente: elaboración propia

### **3.3 Población, muestra, muestreo**

#### **3.3.1 Población**

La población estuvo conformada por las aguas de la Laguna Pajuscocha, ubicado geográficamente en el distrito de San Marcos provincia de Huari, departamento de Ancash.

#### **3.3.2 Muestra**

La muestra fue de 40 litros del agua de la Laguna Pajuscocha.

#### **3.3.3 Muestreo**

Se utilizó el muestreo no probabilístico en el tipo de muestreo aleatorio simple, por conveniencia del investigador.

#### **3.3.4 Unidad de Análisis**

El agua de la Laguna Pajuscocha.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnica**

La técnica empleada fue de la observación por ser un diseño experimental, siendo el más favorable para la recolección de datos ya que gracias a ella se pueden aplicar instrumentos efectivos y acertados como evaluar la eficiencia de los tratamientos en la remoción de los metales presentes en la muestra de agua de Laguna Pajuscocha.(Carrasco,2019)

Tal como lo indica Díaz (2011), la observación permite obtener conocimientos y datos que apoyara al investigador para el proceso de investigación (p.5).

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

Moreno,(2013), manifiesta que los instrumentos son herramientas utilizados por el investigador para la recolección de datos y/o información de la muestra estudiada, que ayudan a resolver el problema de la investigación (p.10).

En este sentido el instrumento utilizado fueron las fichas de observación para cada variable (independiente y dependiente).

- a) Ficha N°1 Ficha de observación de la variable independiente 1
- b) Ficha N°2 Ficha de observación de la variable independiente 2

### 3.4.3 Validez y confiabilidad

Para la validación de los instrumentos de la presente investigación fue verificada y validada por tres expertos profesionales (juicio de expertos) con amplio conocimiento en el tema, los mismos que dieron un juicio de valor de los instrumentos verificando la relación con la matriz de operacionalización. La validación de los instrumentos puede observarse en el Anexo 2.

**Tabla 6.** *Juicio de Expertos*

<b>Expertos</b>	<b>Especialidad</b>
<b>Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez</b>	Ingeniero Mecánico de Fluidos
<b>Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo</b>	Ingeniero Ambiental
<b>Msc. Wilber Samuel Quijano Pacheco</b>	Ingeniero Químico

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad, así pues menciona CORRAL (2016), se encarga de medir el grado de repetición que el enfoque cuantitativo que se refiere grado en que se repetirían los resultados de replicarse el estudio (p.201).

### 3.5 Procedimiento

#### Ubicación de la zona de estudio

La laguna Pajuscocha se encuentra ubicada en el distrito de San Marcos en la provincia de Huari, departamento de Ancash, a 4200 msnm.

Las etapas de la investigación se desarrollaron de la siguiente manera:

**FASE N°1:** Medición de parámetros In SITU recolección y evaluación de muestra, de la Laguna Pajuscocha.

### **Medición de parámetros In Situ y recolección y evaluación de muestra**

Se recolecto y traslado los materiales y equipos detallados en la tabla para la medición de los parámetros in situ se utilizó un **Multiparámetro HACH HQ40d** el cual arrojo los siguientes resultados, transcritos en la tabla . Se recolecto la muestra de 40 litros de agua de la laguna Pajuscocha, 2 litros para determinar la caracterización inicial de la muestra de agua (concentración inicial de los metales pesados), para la toma de muestra se siguió las indicaciones del protocolo de monitoreo de la calidad de agua, las muestras se colocaron en un cooler con refrigerante (ice pack), para asegurar su conservación hasta la llegada al laboratorio se agregó HNO<sub>3</sub> a pH <2 y 28 L posteriormente se realizó los ensayos experimentales.

**Tabla 7 .Resultados de parámetros In Situ**

<b>Código de Muestra</b>	<b>LG-P01</b>
<b>pH (Acido/Base)</b>	7.60
<b>Temperatura (°C)</b>	11.06 °C
<b>Conductividad Eléctrica (uS/cm)</b>	546 uS/cm
<b>Oxígeno Disuelto (OD)</b>	4.7

Fuente: Propia

**FASE N°2:** Recolección de residuos calcareos de *Argopecten purpuratus* y obtencion de polvo activo

La recolección de los residuos calcáreos de conchas de abanico se obtuvo del botadero de la empresa SERLISA ubicado en el 368km de la panamericano norte. Posteriormente con la ayuda de una escobilla se procedió a lavar estos residuos para la eliminación de restos orgánicos y luego poner a secar por 5 días al sol.



Para la obtención del polvo activo se utilizó la metodología realizada por Julián (2018) el material limpio y seco se llevó a la mufla a una temperatura de calcinación de 800 °C con un tiempo de 90 minutos, se dejó enfriar para luego ser molido con la ayuda de un mortero para obtener el polvo activo, se tamizo a dos diferentes granulometrías Malla N°80 (180 um) y Malla N°50 (300 um) para los ensayos con dosis diferentes en la prueba de jarras.

### **Fase N°3 Recolección de escamas de pescado y obtención del bioadsorbente**

Las escamas de *Mugil cephalus* se extrajeron de 24 kg de pescado lisa del terminal pesquero de Ventanilla, para la obtención del bioadsorbente se va a seguir la metodología realizada por Quispe (2017), así pues, se procedió a lavar con agua potable hasta eliminar restos de piel, tierra entre otros, posteriormente se secó al sol durante 2 días, para la reducción del tamaño se utilizó un molino manual de marca CORONA para la obtención de bioadsorbente, se tamizo a dos diferentes granulometrías Malla N°50( 300um) y Malla N°80 (180um) para los ensayos con dosis diferentes en la prueba de jarras.

### **Fase N°4: Fase experimental con tratamiento de escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*.**

Los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio de Química de la Universidad Cesar Vallejo, realizando 6 tratamientos tanto para escamas y residuos de conchas de conchas de abanico.

**Tabla 8.** *Tratamiento con escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus**

Tratamiento	Dosis	Granulometría	Volumen de	
			N°repeticiones	muestra
<b>T1</b>	2g	Malla N°80	3	500mL
<b>T2</b>	4g	Malla N°80	3	500mL
<b>T3</b>	6g	Malla N°80	3	500mL

<b>T4</b>	2g	Malla N°50	3	500mL
<b>T5</b>	4g	Malla N°50	3	500MI
<b>T6</b>	6g	Malla N°50	3	500mL

Fuente:Propia

La prueba que se escogió fue el test de jarras con muestra de agua de 500ml cada uno respectivamente, posteriormente se vertió a cada uno de las jarras con muestra del agua de 500 ml con un tiempo de agitación de 30 min y velocidad de agitación de 50 rpm. por el motivo que permite el contacto y la generación de energía suficiente para que puedan interactuar las escamas de mugil cephalus y el polvo activo de conchas de abanico en contacto con las muestra de agua (Laguna Pajuscocha) con presencia de Pb y Cu y obtener los resultados de remoción de estos metales.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se realizó un análisis descriptivo Hernández (2006) menciona que es un método encargado de recolectar datos, tras la aplicación de alguna técnicas o instrumento estadístico, teniendo en cuenta la variabilidad de los datos, que posteriormente serán analizados.

Para el contraste de hipótesis se utilizó el software SAS para el análisis de varianza que verificó la distribución normal de los datos encargado de evaluar la significancia y veracidad de la hipótesis y la prueba de Tukey para identificar el mejor tratamiento , además del uso del software Microsoft Excel para la representación de datos en tablas y gráficos de barras.

### **3.7 Aspectos éticos**

Como investigador garantizo la veracidad de los resultados y confiabilidad de los datos recopilados, así mismo respeto la autoría de la información bibliografica recopilada de acuerdo a la referencia estilo ISO 690 Y 690-2, así mismo se cumple con la “Resolución Rectoral N°0089-2019/UCV”.

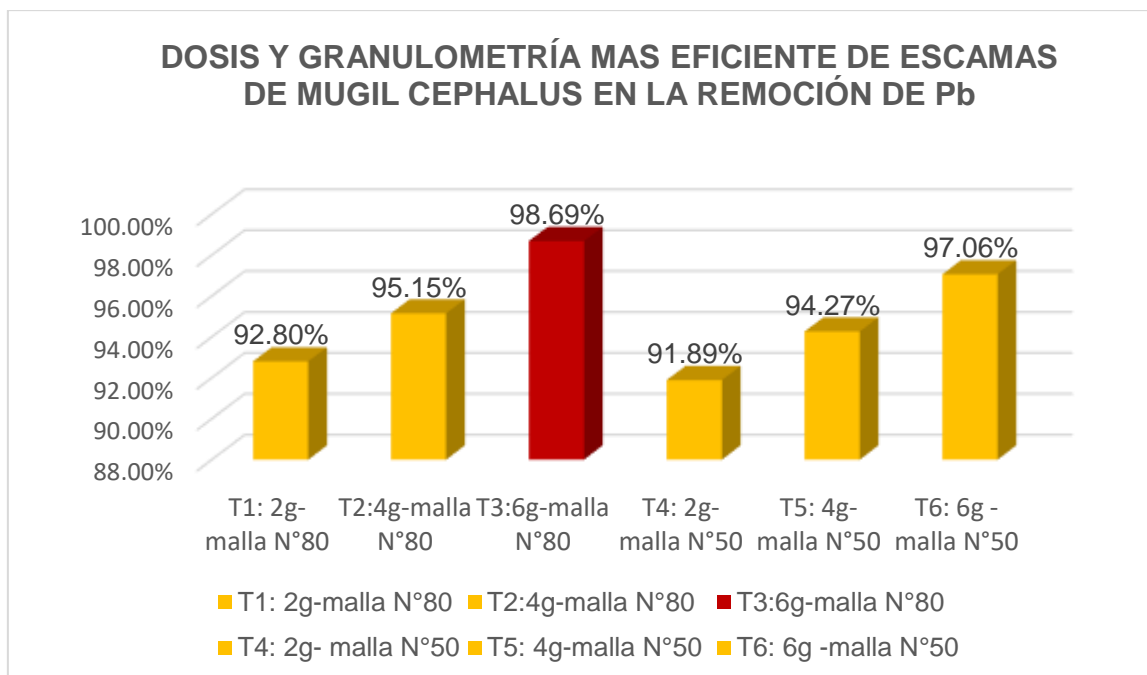
## IV. RESULTADOS

### 4.1 Determinación de la dosis y granulometría más eficiente de las escamas de *Mugil cephalus* para la remoción de plomo en aguas de Laguna Pajuscocha.

**Tabla 9.** Dosis y granulometría más eficiente de las escamas de *Mugil cephalus* en la remoción de plomo.

Tratamiento	Repeticiones	Dosis	Granulometría	Concentración inicial (Pb)	Concentración final (Pb)	Eficiencia de remoción (%)
T1.Escamas de <i>Mugil cephalus</i>	T1-R1	2g	Malla N°80	0.8382	0.062	92.603%
	T1-R2	2g	Malla N°80	0.8382	0.059	92.961%
	T1-R3	2g	Malla N°80	0.8382	0.060	92.842%
	PROMEDIO			0.8382	0.060	92.802%
T2.Escamas de <i>Mugil cephalus</i>	T2-R1	4g	Malla N°80	0.8382	0.041	95.109%
	T2-R2	4g	Malla N°80	0.8382	0.038	95.466%
	T2-R3	4g	Malla N°80	0.8382	0.043	94.870%
	PROMEDIO			0.8382	0.041	95.148%
T3.Escamas de <i>Mugil cephalus</i>	T3_R1	6g	Malla N°80	0.8382	0.011	98.688%
	T3_R2	6g	Malla N°80	0.8382	0.010	98.807%
	T3_R3	6g	Malla N°80	0.8382	0.012	98.568%
	PROMEDIO			0.838	0.011	98.688%
T4.Escamas de <i>Mugil cephalus</i>	T4-R1	2g	Malla N°50	0.8382	0.069	91.768%
	T4-R2	2g	Malla N°50	0.8382	0.07	91.649%
	T4-R3	2g	Malla N°50	0.8382	0.065	92.245%
	PROMEDIO			0.8382	0.068	91.887%
T5.Escamas de <i>Mugil cephalus</i>	T5-R1	4g	Malla N°50	0.8382	0.048	94.238%
	T5-R2	4g	Malla N°50	0.8382	0.047	94.285%
	T5-R3	4g	Malla N°50	0.8382	0.048	94.273%
	PROMEDIO			0.8382	0.048	94.265%
T6.Escamas de <i>Mugil cephalus</i>	T6-R1	6g	Malla N°50	0.8382	0.025	97.005%
	T6-R2	6g	Malla N°50	0.8382	0.024	97.029%
	T6-R3	6g	Malla N°50	0.8382	0.024	97.139%
	PROMEDIO			0.8382	0.02466	97.058%

Fuente: Propia



Fuente: Propia

**Figura 1.** Dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus en la remoción de Plomo

En la figura 1 se observan los porcentajes de remoción para plomo de cada tratamiento con escamas de Mugil cephalus siendo el T3 (dosis 6g-malla N°80) más eficiente por alcanzar el 98.69% de remoción en comparación de los otros tratamientos.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para la concentración final de Plomo después del tratamiento (dosis y granulometría) con escamas de Mugil cephalus

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr>F
TRATAMIENTO	5	0.00693614	0.00138723	488.08	<.0001
GRANULOMETRÍA	1	0.0004128	0.0004128	145.24	<.0001
TRATA*GRANU	2	0.00003767	0.00001884	6.63	0.0115
Error	12	0.00003411	0.00000284		
Suma Total	17	0.00697025			
CV = 4, %					

Fuente: Propia- SAS

Para el análisis de varianza se observa en la Tabla 10 que tanto para los tratamientos como para la granulometría muestra que son significativos  $P < 0.05$ ,

aceptando la hipótesis alternante que nos dice que existe al menos un tratamiento diferente en los tratamientos sobre la adsorción de plomo.

Ho = todos los tratamientos son iguales

Ha = al menos un tratamiento es diferente

**Tabla 11.** *Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Plomo con escamas de Mugil cephalus*

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.0641667	T1
B	0.0443667	T2
C	0.0178333	T3

Fuente: Propia -SAS

Como el análisis de varianza resultó significativo los promedios se sometieron a la prueba de contraste de Tukey en la tabla 11 se corrobora que existe una diferencia significativa entre los tratamientos y el tipo de granulometría, observándose que el tratamiento 3 fue el mejor, ya que es el que posee mayor remoción de plomo.

**Tabla 12.** *Prueba de contraste de Tukey para la granulometría en el Plomo*

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	GRANULOMETRÍA
A	0.0469111	50
B	0.0373333	80

Fuente: Propia- SAS

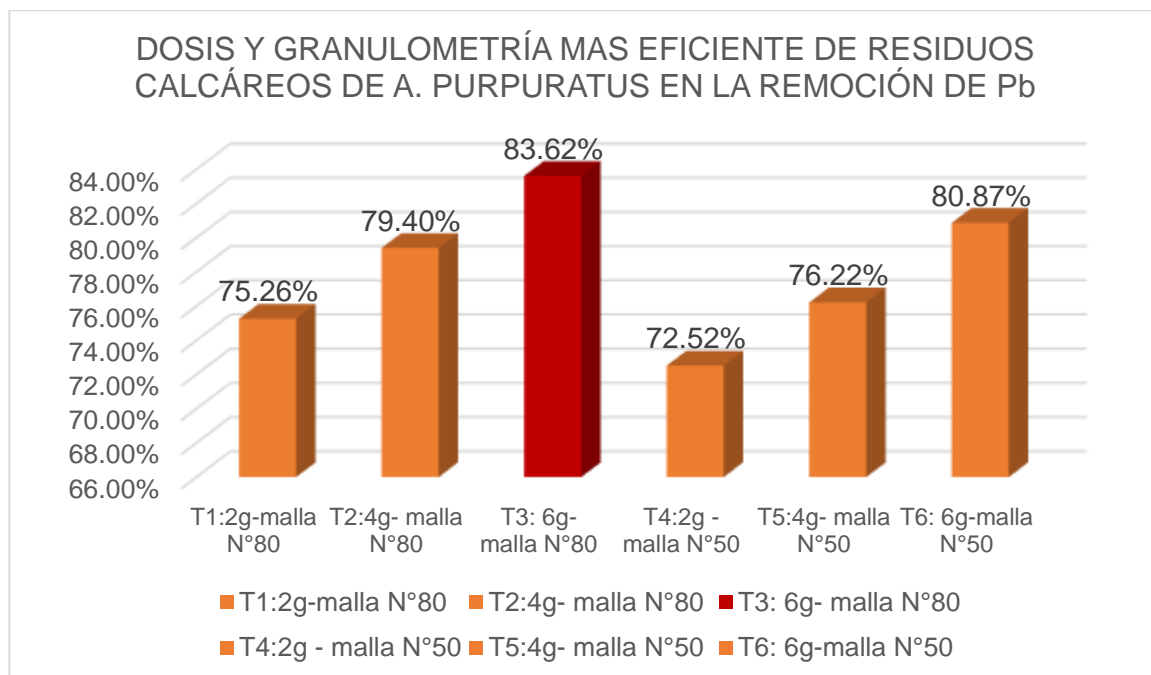
En la tabla 12 se observa que para la adsorción de plomo resulta mejor la granulometría de 80 mm, porque es el que mejor efecto posee para la remoción de este metal.

#### 4.1.2 Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* en la remoción de plomo en aguas de Laguna Pajuscocha.

**Tabla 13.** *Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* en la remoción de plomo.*

Tratamiento	Repeticiones	Dosis	Granulometría	Concentración inicial (Pb)	Concentración final (Pb)	Eficiencia de remoción (%)
T1. Conchas de abanico	T1-R1	2g	Malla N°80	0.8382	0.207	75.304%
	T1-R2	2g	Malla N°80	0.8382	0.209	75.066%
	T1-R3	2g	Malla N°80	0.8382	0.206	75.424%
	<b>PROMEDIO</b>			0.8382	0.207	75.264%
T2. Conchas de abanico	T2-R1	4g	Malla N°80	0.8382	0.169	79.838%
	T2-R2	4g	Malla N°80	0.8382	0.176	79.003%
	T2-R3	4g	Malla N°80	0.8382	0.173	79.361%
	<b>PROMEDIO</b>			0.8382	0.1727	79.400%
T3. Conchas de abanico	T3_R1	6g	Malla N°80	0.8382	0.139	83.417%
	T3_R2	6g	Malla N°80	0.8382	0.137	83.655%
	T3_R3	6g	Malla N°80	0.8382	0.136	83.775%
	<b>PROMEDIO</b>			0.8382	0.137	83.616%
T4. Conchas de abanico	T4-R1	2g	Malla N°50	0.8382	0.229	72.680%
	T4-R2	2g	Malla N°50	0.8382	0.232	72.322%
	T4-R3	2g	Malla N°50	0.8382	0.230	72.560%
	<b>PROMEDIO</b>			0.8382	0.230	72.520%
T5. Conchas de abanico	T5-R1	4g	Malla N°50	0.8382	0.198	76.378%
	T5-R2	4g	Malla N°50	0.8382	0.201	76.020%
	T5-R3	4g	Malla N°50	0.8382	0.199	76.259%
	<b>PROMEDIO</b>			0.8382	0.1993	76.219%
T6. Conchas de abanico	T6-R1	6g	Malla N°50	0.8382	0.159	81.031%
	T6-R2	6g	Malla N°50	0.8382	0.162	80.673%
	T6-R3	6g	Malla N°50	0.8382	0.16	80.911%
	<b>PROMEDIO</b>			0.8382	0.1603	80.872%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.** Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de *A. purpuratus* en la remoción de Plomo.

En la figura 2 se observan los porcentajes de remoción para plomo de cada tratamiento con residuos calcáreos de *A. purpuratus* siendo el T3 (dosis 6g . malla N°80) más eficiente por alcanzar el 83.62% en comparación de los otros tratamientos.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para la concentración final de Plomo después del tratamiento (dosis y granulometría) con residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr>F
Modelo	5	0.01756244	0.00351249	957.95	<.0001
TRATAMIENTO	2	0.01486211	0.00743106	2026.65	<.0001
GRANULOMETRÍA	1	0.00268889	0.00268889	733.33	<.0001
TRATA*GRANU	2	0.00001144	0.00000572	1.56	0.2498
Suma Total	17	0.01760644			
cv = 1.04%					

Fuente: Propia -SAS

Para el análisis de varianza se observa en la Tabla 14 que tanto para los tratamientos como para la granulometría muestra que son significativos  $P < 0.05$ , aceptando la hipótesis alternante que nos dice que existe al menos un tratamiento diferente en los tratamientos sobre la adsorción de plomo con los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*.

$H_0$  = todos los tratamientos son iguales

$H_a$  = al menos un tratamiento es diferente

**Tabla 15.** *Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Plomo con los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus*

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.218833	T1
B	0.186	T2
C	0.1485	T3

Fuente: Propia-SAS

Como el análisis de varianza resultó significativo los promedios se sometieron a la prueba de contraste de Tukey en la tabla 15 se corrobora que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, observándose que el tratamiento 3 fue el mejor, ya que es el que posee mayor absorción de plomo.

**Tabla 16.** *Prueba de contraste de Tukey para la granulometría en el Plomo*

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	GRANULOMETRIA
A	0.1966667	50
B	0.1722222	80

Fuente: Propia-SAS

En la tabla 16 se observa que para la adsorción de plomo resulta mejor la granulometría malla N° 80, porque es el que mejor efecto posee para la remoción del plomo.

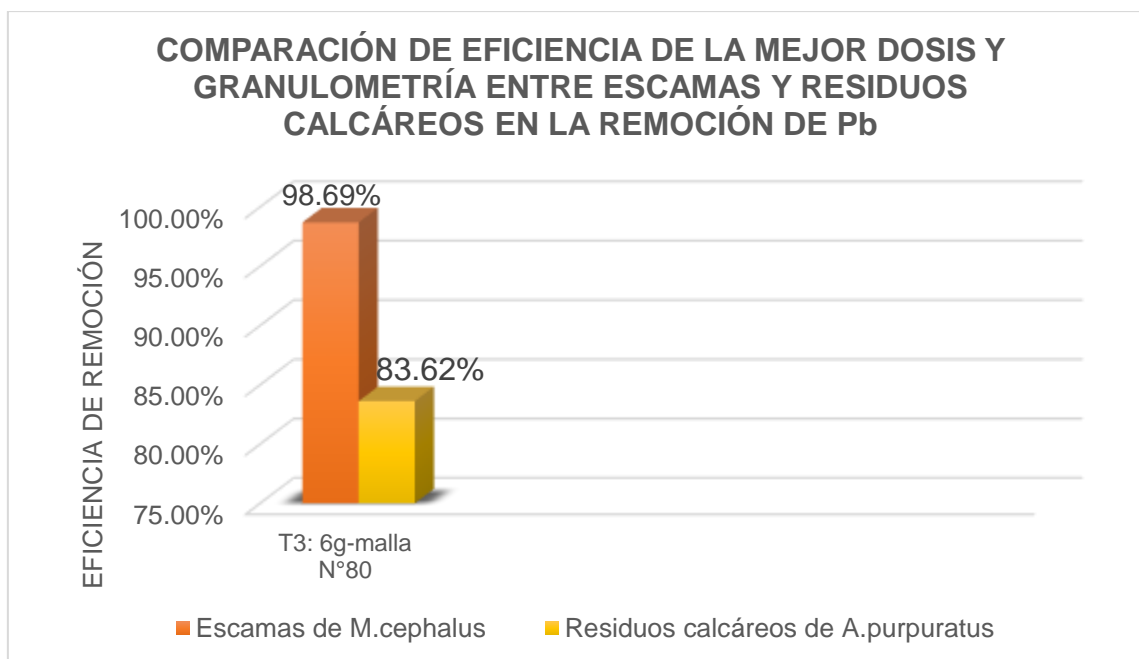


#### 4.1.3 Comparación de la dosis y granulometria mas eficiente entre escamas de M.cephalus y residuos calcáreos de A.purpuratos en la remoción de Plomo

**Tabla 17.** *Tramiento (Dosis y granulometria) más eficiente entre escamas de M.cephalus y residuos calcáreos de A.purpuratos en la remoción de Plomo.*

Tratamiento (dosis y granulometría)	Eficiencia con escamas de M.cephalus	Eficiencia con residuos calcáreos de A.purpuratus
T1:2g-malla N°80	92.802%	75.264%
T2:4g-malla N°80	95.148%	79.400%
T3:6g-malla N°80	98.688%	83.616%
T4:2g-malla N°50	91.887%	72.520%
T5:4g-malla N°50	94.265%	76.219%
T6:6g-malla N°50	97.058%	80.872%

Fuente: Propia



Fuente:Propia

**Figura 3.** Comparación de eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas y residuos calcáreos de *A. purpuratus* en la remoción de plomo.

En la figura 3 se observa que el T3 ( 6g-malla N°80) fue mas eficiente con las escamas de mugil cephalus alcanzando una remoción de plomo del 98.69% en comparación con los residuos calcáreos de argopecten qu obtuvo un 83.62%.

**Tabla 18.** Análisis de varianza para la eficiencia de remoción de plomo entre escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *A. purpuratus*.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr>F
MODELO	5	0.0102	0.00204	Infty	<.01
TRATAMIENTO	2	0.0093	0.00465	Infty	<.0001
GRANULOMERIA	1	0.0008	0.0008	Infty	<.0001
ESCAMA*CONCHA	2	0.0001	0.00005	Infty	<.0001
ERROR	12	0	0		
SUMA TOTAL	17	0.0102			
CV= 0.9 %					

Para el análisis de varianza se observa en la Tabla 18 que tanto para los tratamientos como para la granulometría muestra que son significativos  $P < 0.05$ , aceptando la hipótesis alternante que nos dice que existe al menos un tratamiento diferente en los tratamientos sobre la eficiencia de remoción de plomo entre las escamas y los residuos calcáreos.

Ho = todos los tratamientos son iguales

Ha = al menos un tratamiento es diferente

**Tabla 19.** Prueba de contraste de Tukey para la eficiencia de remoción de plomo entre escamas y residuos calcáreos de conchas por tratamiento.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.980	T3
B	0.945	T2
C	0.925	T1

Como el análisis de varianza resultó significativo los promedios se sometieron a la prueba de contraste de Tukey en la tabla 19 se corrobora que existe una diferencia significativa entre los tratamientos , observándose que el tratamiento 3 fue el mejor, ya que es el que posee mayor absorción de plomo, contrastando la hipótesis alternante.

**Tabla 20.***Prueba de contraste de tukey para comparar eficiencia entre escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de conchas para plomo*

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.9567	ESCAMAS DE MUGIL.CEPHALUS
B	0.9433	RESIDUOS CALCÁREOS DE A.PURPURATUS

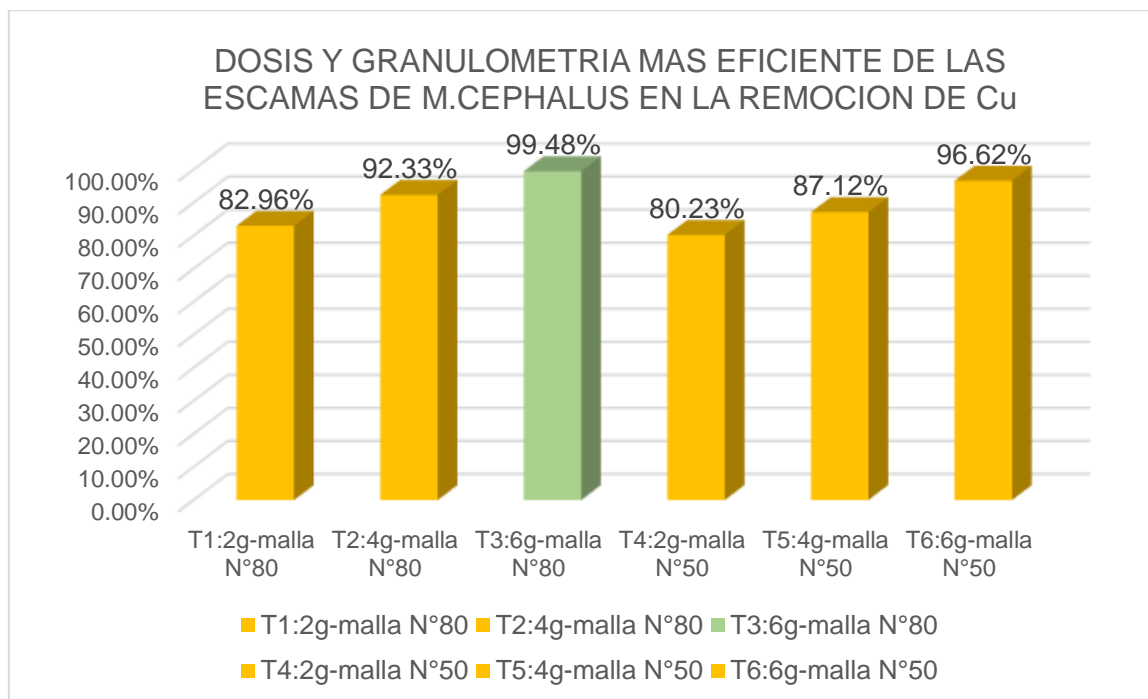
En la tabla 20 se observa que para la adsorción de plomo resultó ser más eficiente con las escamas de Mugil cephalus, porque es el que mejor efecto posee para la remoción del plomo.

3.1.4 Determinación de la dosis y granulometría más eficiente de las escamas de mugil cephalus en la remoción de cobre en aguas de la Laguna Pajuscocha.

**Tabla 21.** Dosis y granulometría más eficiente de las escamas de mugil cephalus en la remoción de Cobre

Tratamiento	Repeticiones	Dosis	Granulometría	Concentración inicial (Cu)	Concentración final (Cu)	Eficiencia de remoción (%)
T1.Escamas de Mugil cephalus	T1-R1	2g	Malla N°80	0.2563	0.043	83.223%
	T1-R2	2g	Malla N°80	0.2563	0.045	82.442%
	T1-R3	2g	Malla N°80	0.2563	0.043	83.223%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.0436	82.963%
T2.Escamas de Mugil cephalus	T2-R1	4g	Malla N°80	0.2563	0.019	92.587%
	T2-R2	4g	Malla N°80	0.2563	0.021	91.806%
	T2-R3	4g	Malla N°80	0.2563	0.019	92.587%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.0196	92.327%
T3.Escamas de Mugil cephalus	T3_R1	6g	Malla N°80	0.2563	0.001	99.610%
	T3_R2	6g	Malla N°80	0.2563	0.002	99.220%
	T3_R3	6g	Malla N°80	0.2563	0.001	99.610%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.0013	99.480%
T4.Escamas de Mugil cephalus	T4-R1	2g	Malla N°50	0.2563	0.051	80.101%
	T4-R2	2g	Malla N°50	0.2563	0.051	80.101%
	T4-R3	2g	Malla N°50	0.2563	0.05	80.492%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.0507	80.231%
T5.Escamas de Mugil cephalus	T5-R1	4g	Malla N°50	0.2563	0.032	87.515%
	T5-R2	4g	Malla N°50	0.2563	0.033	87.124%
	T5-R3	4g	Malla N°50	0.2563	0.034	86.734%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.033	87.124%
T6.Escamas de Mugil cephalus	T6-R1	6g	Malla N°50	0.2563	0.009	96.488%
	T6-R2	6g	Malla N°50	0.2563	0.009	96.488%
	T6-R3	6g	Malla N°50	0.2563	0.008	96.879%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.0086	96.619%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.** Dosis y granulometría más eficiente de escamas de *Mugil cephalus* en la remoción de cobre.

En la figura 4 se observan los porcentajes de remoción para COBRE de cada tratamiento con escamas de *Mugil cephalus* siendo el T3 (dosis 6g . malla N°80) más eficiente por alcanzar el 99.48% de remoción en comparación de los otros tratamientos.

**Tabla 22.** Análisis de varianza para la concentración final de Cobre después del tratamiento (dosis y granulometría) con escamas de *Mugil cephalus*.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRAD O MEDIO	F VALOR	Pr>F
MODELO	5	0.00575517	0.00115103	1479.9	<.0001
TRATAMIENTO	2	0.00533433	0.00266717	3429.2	<.0001
GRANULOMETRIA	1	0.00038272	0.00038272	492.07	<.0001
TRATA*GRANU	2	0.00003811	0.00001906	24.5	<.0001
Error	12	0.00000933	0.00000078		
Suma total	17	0.0057645			
CV= 3.37%					

Fuente: Propia-SAS

Para el análisis de varianza se observa en la Tabla 22 que tanto para los tratamientos como para la granulometría muestra que son significativos  $P < 0.05$ , aceptando la hipótesis alternante que nos dice que existe al menos un tratamiento diferente sobre la adsorción de cobre con las escamas de *Mugil cephalus*.

$H_0$  = todos los tratamientos son iguales

$H_a$  = al menos un tratamiento es diferente

**Tabla 23.** Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre con escamas de *Mugil cephalus*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.0471667	T1
B	0.0263333	T2
C	0.005	T3

Fuente: Propia- SAS

Como el análisis de varianza resultó significativo los promedios se sometieron a la prueba de contraste de Tukey en la tabla 23 se corrobora que existe una diferencia significativa entre los tratamientos y el tipo de granulometría, observándose que el tratamiento 3 fue el mejor, ya que es el que posee mayor absorción de cobre.

**Tabla 24.** Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	GRANULOMETRIA
A	0.0307778	50
B	0.0215556	80

Fuente: Propia-SAS

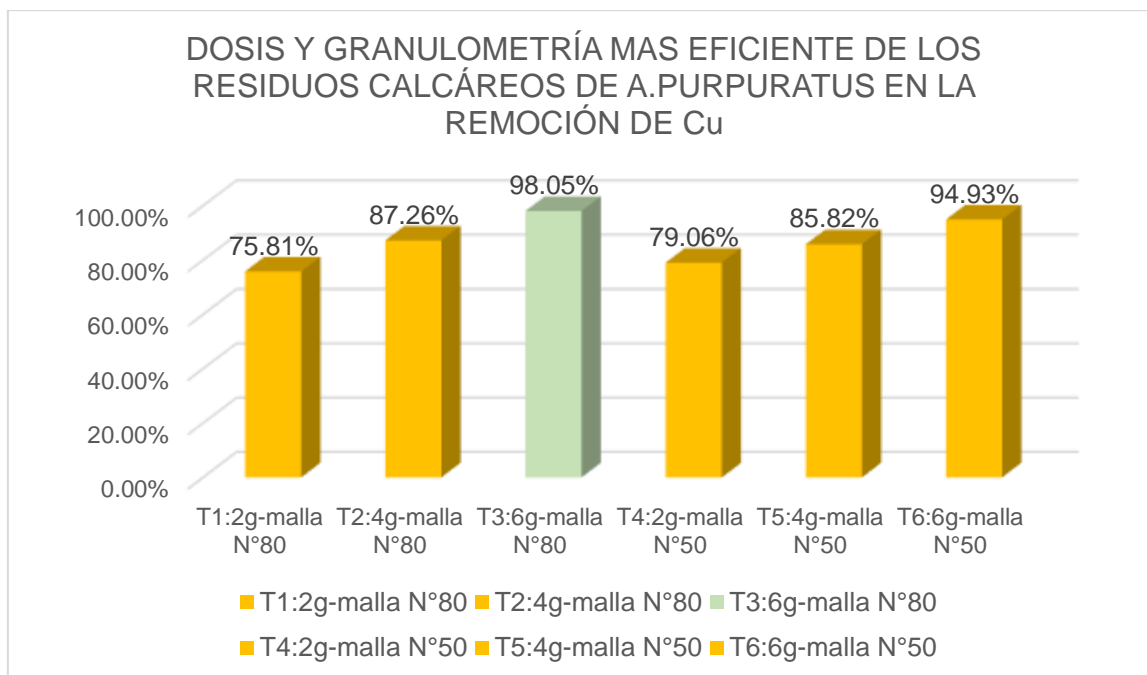
En la tabla 24 se observa que para la absorción de plomo resulta mejor la granulometría de malla N°80, porque es el que mejor efecto posee para la remoción de cobre.

**4.1.5 Determinación de la dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de cobre en aguas de la Laguna Pajuscocha.**

**Tabla 25.** Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de cobre en aguas de Laguna Pajuscocha.

Tratamiento	Repeticiones	Dosis	Granulometría	Concentración inicial (Cu)	Concentración final (Cu)	Eficiencia de remoción (%)
T1. Conchas de abanico	T1-R1	2g	Malla N°80	0.2563	0.060	76.590%
	T1-R2	2g	Malla N°80	0.2563	0.062	75.810%
	T1-R3	2g	Malla N°80	0.2563	0.064	75.029%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.062	75.810 %
T2. Conchas de abanico	T2-R1	4g	Malla N°80	0.2563	0.029	88.685%
	T2-R2	4g	Malla N°80	0.2563	0.039	84.783%
	T2-R3	4g	Malla N°80	0.2563	0.030	88.295%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.032666667	87.255 %
T3. Conchas de abanico	T3_R1	6g	Malla N°80	0.2563	0.005	98.049%
	T3_R2	6g	Malla N°80	0.2563	0.004	98.439%
	T3_R3	6g	Malla N°80	0.2563	0.006	97.659%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.005	98.049 %
T4. Conchas de abanico	T4-R1	2g	Malla N°50	0.2563	0.052	79.711%
	T4-R2	2g	Malla N°50	0.2563	0.054	78.931%
	T4-R3	2g	Malla N°50	0.2563	0.055	78.541%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.054	79.061 %
T5. Conchas de abanico	T5-R1	4g	Malla N°50	0.2563	0.036	85.954%
	T5-R2	4g	Malla N°50	0.2563	0.037	85.564%
	T5-R3	4g	Malla N°50	0.2563	0.036	85.954%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.036	85.824 %
T6. Conchas de abanico	T6-R1	6g	Malla N°50	0.2563	0.014	94.538%
	T6-R2	6g	Malla N°50	0.2563	0.013	94.928%
	T6-R3	6g	Malla N°50	0.2563	0.012	95.318%
	<b>PROMEDIO</b>			0.2563	0.013	94.928 %

Fuente: Propia



**Figura 5.** Dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* en la remoción de cobre.

En la figura 5 se observan los porcentajes de remoción para COBRE de cada tratamiento con residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* siendo el T3 (dosis 6g-malla N°80) más eficiente por alcanzar el 98.05% de remoción en comparación de los otros tratamientos.

**Tabla 26.** Análisis de varianza para la concentración final de Cobre después del tratamiento (dosis y granulometría) con los residuos calcáreos de *A.purpuratus*..

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRAD O MEDIO	F VALOR	Pr>F
MODELO	5	0.00737911	0.00147582	227.05	<.0001
TRATAMIENTOS	2	0.00715878	0.00357939	550.68	<.0001
GRANULOMETRÍA	1	0.00000556	0.00000556	0.85	0.3734
TRATA*GRANU	2	0.00021478	0.00010739	16.52	0.0004
ERROR	12	0.000078	0.0000065		
SUMA TOTAL	17	0.00745711			
CV= 7.54%					



Para el análisis de varianza se observa en la Tabla 26 que tanto para los tratamientos como para la granulometría muestra que son significativos  $P < 0.05$ , aceptando la hipótesis alternante que nos dice que existe al menos un tratamiento diferente sobre la adsorción de cobre con los residuos calcáreos de *A. purpuratus*

$H_0$  = todos los tratamientos son iguales

$H_a$  = al menos un tratamiento es diferente

**Tabla 27.** Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.057	T1
B	0.034	T2
C	0.009	T3

Fuente: Propia -SAS

Como el análisis de varianza resultó significativo los promedios se sometieron a la prueba de contraste de Tukey en la tabla 27 se corrobora que existe una diferencia significativa entre los tratamientos y el tipo de granulometría, observándose que el tratamiento 3 fue el mejor, ya que es el que posee mayor absorción de cobre, contrastando la hipótesis de investigación.

**Tabla 28.** Prueba de contraste de Tukey para el indicador concentración final de Cobre

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.034333	50
B	0.222343	80

Fuente: Propia-SAS

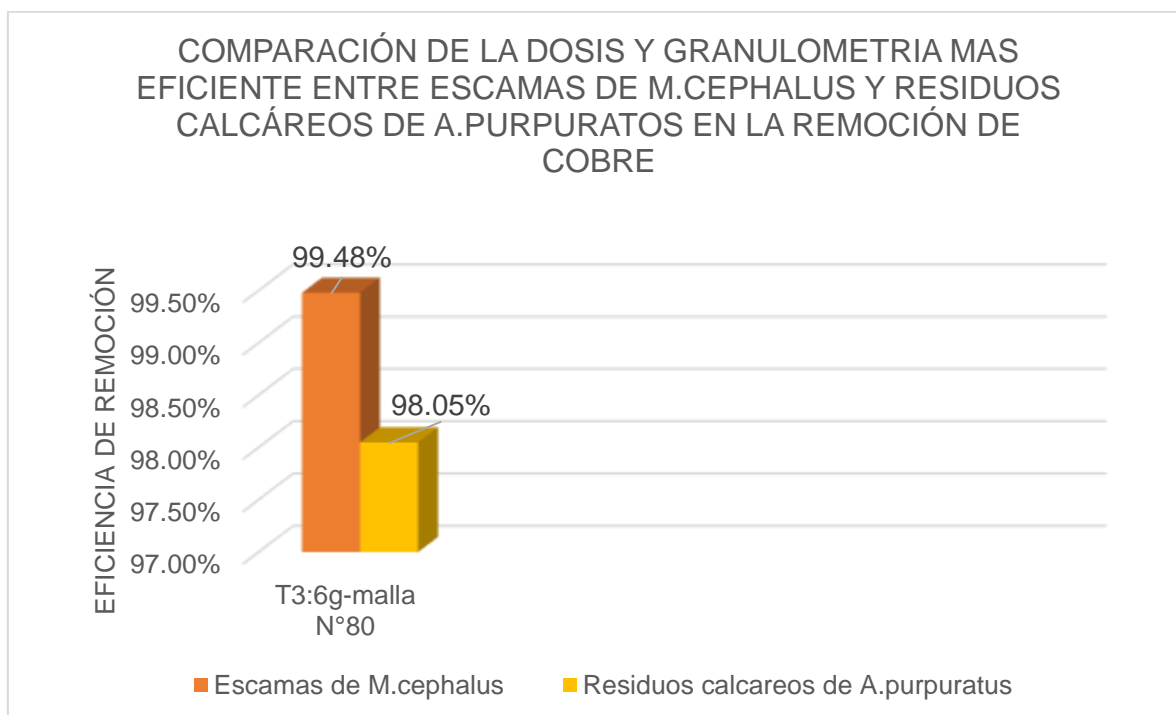
En la tabla 28 se observa que para la absorción de cobre resulta mejor la granulometría de malla N°80, porque es el que mejor efecto posee para la remoción de cobre.

#### 4.1.6 Comparación de la dosis y granulometria mas eficiente entre escamas de M.cephalus y residuos calcáreos de A.purpuratos en la remoción de Cobre

**Tabla 29.** Comparación de la dosis y granulometria mas eficiente entre escamas de M.cephalus y residuos calcáreos de A.purpuratos en la remoción de Cobre

Tratamiento (dosis y granulemtria)	Eficiencia con escamas de M.cephalus	Eficiencia con residuos calcáreos de A.purpuratus
T1:2g-malla N°80	82.963%	75.810%
T2:4g-malla N°80	92.377%	87.255%
T3:6g-malla N°80	99.480%	98.049%
T4:2g-malla N°50	80.231%	79.061%
T5:4g-malla N°50	87.124%	85.824%
T6:6g-malla N°50	96.619 %	94.928%

Fuente: Propia



**Figura 6.** Comparación de la dosis y granulometría mas eficiente entre escamas de *M. cephalus* y residuos calcáreos de *A.purpuratus* en la remoción de cobre.

En la figura 6 se observa que el T3 ( 6g. malla N°80) fue mas eficiente con las escamas de mugil cephalus alcanzando una eficiencia de remoción de cobre del 99.48% en comparación con los residuos calcareos de argopecten purpuratus que alcanzo un 98.05%.

**Tabla 30.** Análisis de varianza para la eficiencia de remoción de cobre entre escamas de *Mugil cephalus* y residuos calcáreos de *A.purpuratus*.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr>F
MODELO	5	0.02646667	0.00529333	476.4	<.0001
TRATAMIENTO	2	0.02263333	0.01131667	1018.5	<.0001
ESCAMAS	1	0.00375556	0.00375556	338	<.0001
ESCAMAS*CONCHAS	2	0.00007778	0.00003889	3.5	0.0635
ERROR	12	0.00013333	0.00001111		
SUMA TOTAL	17	0.0266			
CV = 0.43%					

Fuente: Propia- SAS

**Tabla 31.** Prueba de contraste de Tukey para la eficiencia de remoción de cobre entre escamas y residuos calcáreos de conchas por tratamiento.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTO
A	0.825	T3
B	0.776	T2
C	0.738	T1

Fuente: Propia-SAS

Como el análisis de varianza resultó significativo los promedios se sometieron a la prueba de contraste de Tukey en la tabla 31 se corrobora que existe una diferencia significativa entre los tratamientos , observándose que el tratamiento 3 fue el mejor,

ya que es el que posee mayor absorción de cobre, contrastando la hipótesis alternante.

**Tabla 32.** *Prueba de contraste de tukey para comparar eficiencia entre escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para cobre*

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.794444	ESCAMAS DE MUGIL CEPHALUS
B	0.765556	RESIDUOS CALCAREOS DE ARGOPECTEN PURPURATUS

Fuente: Propia-SAS

En la tabla 32 se observa que para la adsorción de cobre resultó ser más eficiente con las escamas de Mugil cephalus, porque es el que mejor efecto posee para la remoción de cobre, contrastando hipótesis alternante.

#### IV. DISCUSIÓN

Según ONWORDI, C.T., UCHE, C.C., AMEH, A.E. y PETRIK, L.F (2019). concluyó de acuerdo a los resultados obtenidos en su estudio que las escamas de pescado son eficientes en la remoción de iones de Plomo en solución acuosa a condiciones óptimas con dosis del adsorbente de 0,2g y pH6,0 alcanzando una eficiencia de remoción del 90% , mientras para esta investigación se obtuvo una eficiencia del 98.69% usando las escamas de mugil cephalus con una dosis de 6g y tamaño de partícula de 180 um (Malla N°80), pudiendo inferir que el tamaño de partícula influyo para obtener una mejor eficiencia del metal en nuestro estudio.

Para Liu, Y., Sun, C., Xu, J., & Li, Y. (2009) en su estudio concluyó que las conchas de moluscos bivalvos (BMS) crudos y pretratados con ácido fueron eficientes para tratar aguas residuales de una galvanoplastia con presencia de Zn, Fe y Cu removiendo un 98.99%, 99.975% y 87% respectivamente mientras en nuestro estudio se alcanza una eficiencia de remoción para Cobre del 98.05% debido a que los mecanismos para la sorción de metales está relacionado con el intercambio iónico

Para Ramón de los Santos, et .al (2018), en su estudio concluyo que los residuos calcáreos de las conchas adsorben cobre y cadmio en solución acuosa para el caso del primer metal removió un 91.4% hasta un valor de 7.32%, para el segundo obtuvo valores de remoción del 19.5% y como mínimo 11.8 % para ambos metales la eficiencia disminuyó conforme al aumento de la concentración, mientras para nuestro estudio la remoción de cobre con los residuos calcáreos de las conchas fue de 86.616% siendo más eficiente con dosis de 6g , esto se debe a que influyo el tamaño de partícula y a su vez

Mientras que Samant y Gurav (2018), en su investigación concluyo que los residuos de pescado (escamas) son una alternativa de solución ecoamigable para la remoción de los iones de Cu, Zn, Fe y Mn en un medio acuoso, teniendo como resultado una mejor adsorción de los metales estudiados para todos los casos a

una dosis de 5mg/l con un tiempo de 5 horas y a un pH 7 alcanzando una eficiencia del 84.5%.

Quispe,(2017), concluyo que en aguas fortificados con Plomo las escamas de pescado lisa alcanzan una eficiencia de remoción del 99%, además manifestó que los factores de operación influyen en la bioadsorción de este metal siendo la dosis optima 6 g con un tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$  y un tiempo de contacto de 30 minutos. Mientras que para esta investigación se obtuvo una eficiencia del 98.69% usando las escamas de mugil cephalus siendo igual la dosis optima y tiempo de contacto, pero con diferente tamaño de partícula de 180  $\mu\text{m}$  (Malla N°80), para los residuos calcáreos de las conchas de abanico la remoción del plomo fue de 86.616% con dosis y granulometría igual que las escamas de mugil cephalus aunque las comparaciones con Quispe es porque uso una muestra de agua fortificada con Pb y modifíco el pH, mientras para este estudio es una muestra de agua contaminada con este metal, donde se puede inferir que influye la intervención de otros parámetros presentes en la muestra de agua, además los ensayos fueron realizados en un pH de 6.5 – 7 debido a que no es recomendable variar el pH en un cuerpo de agua natural, como lo indica RAMIREZ (2016), que realizó su trabajo a un pH 7.5, sin embargo otras investigaciones han reportados mejores resultados a un pH 4 – 5.

Delgado,(2013), concluye en su investigación que las escamas de pescado lisa adsorben metales pesados en solución acuosa teniendo como resultado porcentajes de remoción para los siguientes metales Mn, Pb, Ni y Zn del 96.33%; 88.22%; 76% y 97.29% respectivamente con una dosis de 10g de adsorbente y tiempo de agitación de 5 min, sin embargo para el plomo disminuye la eficiencia de adsorción debido al aumento de su concentración llegando a un porcentaje de adsorción de 55.64%, concluyendo que a mayor concentración de este metal se requiere un pH entre 3 y 5 para remover este metal, mientras para esta investigación la eficiencia de remoción de plomo fue del 98.68%

## V. CONCLUSIONES

- Las escamas de *Mugil cephalus* son más eficientes que los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* en la remoción de plomo y cobre alcanzando una eficiencia del 98.69% y 99.48% respectivamente.
- La dosis y granulometría más eficiente de las escamas de *Mugil cephalus* fue de 6g con malla N°80 (T3) alcanzando una concentración final para plomo de 0.011 mg/l.
- La dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* fue con 6g y malla N°80 (T3) alcanzando una concentración final para plomo de 0.137 mg/l.
- El T3 (dosis 6g y granulometría malla N°80) fue más eficiente usando escamas de *Mugil cephalus* que con los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*. en la remoción de plomo.
- La dosis y granulometría más eficiente de las escamas de *Mugil cephalus* fue de 6g con malla N°80 (T3) alcanzando una concentración final para cobre de 0.0013 mg/l.
- La dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* fue con 6g y malla N°80 (T3) alcanzando una concentración final para cobre de 0.005 mg/l.
- El T3 (dosis 6g y granulometría malla N°80) fue más eficiente usando escamas de *Mugil cephalus* que con los residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*. en la remoción de cobre.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Estudiar diferentes tipos de escamas de pescado y residuos calcáreos de moluscos para medir la eficiencia de remoción de metales pesados en aguas contaminadas.
- Realizar estudios con diferentes concentraciones, tiempo de contacto y pH para ver la influencia de los parámetros en la eficiencia de adsorción.
- Emplear estudios de desorción para plomo y cobre a fin de la recuperación de ambos metales para darle uso.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M., Usman, A. R. A., Lee, S. S., Kim, S.-C., Joo, J.-H., Yang, J. E., & Ok, Y. S. (2012). Eggshell and coral wastes as low cost sorbents for the removal of Pb<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup> and Cu<sup>2+</sup> from aqueous solutions. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18(1), 198–204. doi:10.1016/j.jiec.2011.11.013 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X11001985#!>
- CARDENAS, Lorena y SAMANIEGO, Fernando. Obtención y caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de gelatina a base de escamas de pescado y aguaymanto (*Physalis peruviana*), Perú: *Universidad Nacional de Centro del Perú*, 2019.
- CORRAL, Y. Validez y fiabilidad en investigaciones cualitativas. 2016. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://arje.bc.uc.edu.ve/arj20/art19.pdf>
- FAO. (2013). Cultured aquatic species Factsheets. *Mugil Cepalus* "organizacion de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Roma, Italia.
- DELGADO HUALLPA, Serapio. Evaluación de escamas de pescado como adsorbente de metales pesados de agua residual, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
- GARCÍA GÓMEZ, Angela Goretty, et al. Aprovechamiento de las escamas de la industria acuícola en el departamento del Huila, Colombia, 2016.
- GAŁCZYŃSKA, M., MAŃKOWSKA, N., MILKE, J. and BUŚKO, M. Possibilities and Limitations of using *Lemna Minor*, *Hydrocharis Morsus-Ranae* and *Ceratophyllum Demersum* in Removing Metals with Contaminated Water. *Journal of Water and Land Development*, 2019, vol. 40, no. 1. pp. 161-172 ProQuest Central. ISSN 14297426. DOI <http://dx.doi.org/10.2478/jwld-2019-0018>

- GAMARRA, Billy y PORTAL, Gabriela. Evaluación en la fabricación de bionanofiltros a base de concha-arcilla-almidón, para la purificación de aguas superficiales del río Tablachaca. Tesis (Ingeniero de Materiales). Trujillo- Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2018. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10628/GAMARRA%20MELENDRES%2C%20Billy%20Johanns%2C%20PORTAL%20PRETEL%2C%20Gabriela%20Roselym.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HERNÁNDEZ , Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6ª ed, 2014. México: Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A.
- JULIAN, Cesar. Multifuncionalidad de un compuesto concha de abanico – arcilla y almidón en la purificación natural del agua como función de las proporciones de su conformación. Tesis (Doctor en Física). Chicla - Perú: Universidad Nacional del Santa, 2018. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3275>
- KAMISHI, E and UTSUNOMIYA, S. Nano-Scale Reaction Processes at the Interface between Apatite and Aqueous lead/Procesele La Scara Nano La Interfata Dintre Apatita Si Plumb În Solutie Apoasa. *Revista Romana De Materiale*, 2013, vol. 43, no. 2. pp. 217 ProQuest Central. ISSN 15833186.
- Liu, Y., Sun, C., Xu, J., & Li, Y. (2009). The use of raw and acid-pretreated bivalve mollusk shells to remove metals from aqueous solutions. *Journal of hazardous materials*, 168(1), 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.02.009>
- NKIKO, M.O., ADEOGUN, A.I., N, A.A.B. and SHARAIBI, O.J. Isothermal, Kinetics and Thermodynamics Studies of the Biosorption of Pb(II) Ion from Aqueous Solution using the Scale of Croaker Fish (*Genyonemus Lineatus*). *Journal of Water Reuse and Desalination*, 09, 2013, vol. 3, no. 3. pp. 239-248 ProQuest Central. ISSN 22201319. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/wrd.2013.077>.
- ONWORDI, C.T., UCHE, C.C., AMEH, A.E. and PETRIK, L.F. Comparative Study of the Adsorption Capacity of Lead (II) Ions Onto Bean Husk and Fish Scale from Aqueous Solution. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 09,

2019, vol. 9, no. 3. pp. 249-262 ProQuest Central. ISSN 22201319. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/wrd.2019.061>.

- QUEVEDO CUENCA, Jorge Oswaldo. Determinación de la capacidad de bioadsorción de plomo aprovechando las propiedades del exoesqueleto del camarón. 2017. Tesis de Licenciatura.
- QUISPE, Julia. Bioadsorción con escamas de pescado para la remoción de plomo en aguas fortificadas del río San Juan-Pasco, 2017. Tesis (Ingeniera Ambiental. Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- RAMIREZ, Michael. Bioadsorción de cobre, cadmio y manganeso con cascara de naranja de las aguas de la laguna Colquicocha. Tesis de titulación (Ingeniería ambiental y de recursos naturales). Callao, Perú: Universidad Nacional del Callao, Ingeniería ambiental y de recursos naturales. 2016. 130 p.
- RAMON DE LOS SANTOS, Candelario , et al. Adsorption of copper (II) and cadmium (II) in aqueous suspensions of biogenic nanostructured CaCO<sub>3</sub>. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, Volume 58, Issue 1, 2019, Pages 2-13, ISSN 0366-3175
- SAAVEDRA, Jose. Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto, Piura: Universidad de Piura, 2016.
- SOARES, M.A., et al. Evaluation of Eggshell-Rich Compost as Biosorbent for Removal of Pb(II) from Aqueous Solutions. Water, Air and Soil Pollution, 05, 2016, vol. 227, no. 5. pp. 1-16 ProQuest Central. ISSN 0049-6979. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-016-2843-x>
- SANCHEZ Nervo. Biosorción en tanque agitado de Cd<sup>+2</sup> y Pb<sup>+2</sup> con cascara de cacao. Tesis de titulación (Ingeniería Ambiental). Cuenca – Ecuador: Universidad de Cuenca. Ciencias Químicas. 2016. 116p.
- SIMONESCU, C.M., et al. *Facile Synthesis, Characterization And Sorption Properties Of Chitosan/hydroxyapatite Composites*. Sofia: Surveying Geology & Mining Ecology Management (SGEM), 2016 ProQuest Central.
- TÂRDEI, C., et al. EVALUAREA PULBERILOR NANOMETRICE DE HIDROXIAPATITA PENTRU RETINEREA IONILOR DE Pb<sup>2</sup> DIN SOLUTIILE LOR APOASE/EVALUATION OF LAB SCALE NANO-HYDROXYAPATITES

FOR REMOVAL OF LEAD IONS FROM A QUEOUS SOLUTIONS. *Revista Romana De Materiale*, 2016, vol. 46, no. 3. pp. 289-295 ProQuest Central. ISSN 15833186.

- TARACHAND, N., DIPAK, S. and ARTI, D. Utilization of Natural Adsorbents in the Elimination of Toxic Metal Ions in Industrial Effluents: A Review. *Asian Journal of Research in Chemistry*, 02, 2016, vol. 9, no. 2. pp. 70-76 Earth, Atmospheric & Aquatic Science Database; India Database: Science & Technology; Materials Science Database. ISSN 09744169. DOI <http://dx.doi.org/10.5958/0974-4150.2016.00013.4>
- TEJADA-TOVAR, Candelaria; VILLABONA-ORTIZ, Ángel; GARCÉSJARABA, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecno Lógicas*, 2015, vol. 18, no 34, p. 109-123.
- TURCIO, D. y PALACIOS, J. Experiencias en la enseñanza experimental basada 136 en competencias. Octubre - Mayo, 2014. [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15720963ISSN:0187-893-X>
- VALDERRAMA, Harlin. Remediación del pH en la laguna Los Ángeles usando arcilla y concha de abanico. Tesis (Ingeniero Civil). Chimbote - Perú: Universidad San Pedro, 2018. Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5400/Tesis\\_56935.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5400/Tesis_56935.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- VERDUGO José. Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de la mandarina (*Citrus reticulata* var. clementina). Tesis de titulación (Ingeniería Ambiental). Cuenca – Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca. Ingeniería Ambiental. 2017. 115p.
- Watanabe, Takashi & Fujimoto, Riku & Sawai, Jun & Mikio, Kikuchi & Yahata, Shinya & Satoh, Susumu. (2014). Antibacterial Characteristics of Heated Scallop-Shell Nano-Particles. *Biocontrol science*. 19. 93-7. 10.4265/bio.19.93.

[https://www.researchgate.net/publication/263512455\\_Antibacterial\\_Characteristics\\_of\\_Heated\\_Scallop-Shell\\_Nano-Particles/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/263512455_Antibacterial_Characteristics_of_Heated_Scallop-Shell_Nano-Particles/citation/download)


- Wayne. (2004). Sistema integrado de información taxonómica USA. *Mugil Cephalus Linnaeus* .
- YALLICO, Christian. Efecto del carbonato de calcio proveniente de valvas de conchas de abanico y navaja, sobre el comportamiento productivo en pollos de carne. Tesis (Ingeniero Zootecnista). Lima-Perú. 2014

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL		DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA	
¿Cómo será la comparación de la eficiencia de escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de Plomo y Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha ?,	Evaluar la comparación de la eficiencia de escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de Plomo y Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha	La comparación de la eficiencia es mejor en las escamas de Mugil cephalus que los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de Plomo y Cobre en aguas de Laguna Pajuscocha.	VARIABLE INDEPENDIENTE Comparación de eficiencia de las escamas de mugil cephalus y residuos calcareos de argopecten purpuratus	Se usarán unidades experimentales que combinen dosis por granulometría tanto para las escamas y cochas de abanico, lo que determinará el tratamiento más eficiente para la remocion de los metales presentes en la muestra de agua de la Laguna Pajuscocha, estos ensayos experimentales de adsorcion se realizarón en el test de jarras con un tiempo de agitación de 30 min y a 50 rpm.	Mejor dosis entre escamas de mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.	2	g/l	Razón	Nivel: Aplicativo	
						4	g/l			
						6	g/l			
					Mejor granulometria(Nº de malla) entre escamas de mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.	50	mm			
						80	mm			
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS		DEFICINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	UNIDAD			
-¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus para la remoción de Plomo en agua de Laguna Pajuscocha?	Determinar la dosis y granulometria mas eficiente de escamas de mugil cephalus para la remoción de Plomo en agua de Laguna Pajuscocha.	-La dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus es 6g con malla N°80 (T3) en la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha.	VARIABLE DEPENDIENTE Remoción de plomo y cobre en agua de Laguna	La cantidad removida de plomo y cobre se calculó con la diferencia de las concentraciones iniciales y finales de estos metales presentes en la muestra de agua de la Laguna Pajuscocha.	Remoción de Plomo	Concentración inicial de Plomo	mg/l	Razón	Diseño de investigación: experimental	
-¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos para la remoción de Plomo en agua de Laguna Pajuscocha?	Determinar la dosis y granulometria mas eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de Plomo en agua de Laguna Pajuscocha.	-La dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus es 6g con malla N°80 para la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha.				Concentración final de Plomo				
¿Cómo será la comparación de eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos en la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha?	Comparar la eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de mugil cephalus y residuos calcareos de Argopecten purpuratus para la remocion de plomo en agua de laguna Pajuscocha.	- La comparación de la eficiencia de la mejor dosis y granulometría es mejor en las escamas de Mugil cephalus que los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de plomo en agua de laguna Pajuscocha.				Eficiencia	%		Población: aguas de laguna Pajuscocha	
¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus para la remoción de Cobre en agua de Laguna Pajuscocha?	Determinar la dosis y granulometria mas eficiente de escamas de mugil cephalus para la remoción de Cobre en agua de Laguna Pajuscocha.	-La dosis y granulometría más eficiente de escamas de Mugil cephalus es 6g con malla N°80 (T3) para la remoción de cobre en agua de laguna Pajuscocha.			Remoción de Cobre	Concentración inicial de Cobre	mg/l		Muestra: 30 litros de agua procedente de la laguna.	
¿Cuál será la dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopectn purpuratus para la remoción de Cobre en agua de Laguna Pajuscocha?	Determinar la dosis y granulometria mas eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de Cobre en agua de Laguna Pajuscocha.	-La dosis y granulometría más eficiente de los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus es 6g con malla N°80 en la remoción de cobre en agua de laguna Pajuscocha.				Concentración final de Cobre			Muestreo: No probabilisto	
¿Cómo será la comparación de eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos en la remoción de Cobre en agua de laguna Pajuscocha?	Comparar la eficiencia de la mejor dosis y granulometría entre escamas de mugil cephalus y residuos calcareos de Argopecten purpuratus para la remocion de cobre en agua de laguna Pajuscocha.	- La comparación de la eficiencia de la mejor dosis y granulometría es mejor en las escamas de Mugil cephalus que los residuos calcáreos de Argopecten purpuratus para la remoción de cobre en agua de laguna Pajuscocha.				Eficiencia	%			

## Anexo 2. Ficha de observación de variable independiente

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FICHA N°1: FICHA DE OBSERVACION DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE</b>		
<b>TEMA DE INVESTIGACIÓN:</b>		Comparación de la eficiencia de escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de plomo y cobre en aguas de la laguna Pajuscocha Ancash, 2020.		
<b>LINEA DE INVESTIGACIÓN:</b>		Calidad y gestión de los recursos naturales.		
<b>INVESTIGADORA:</b>		Zoila Prisve Velasquez Aguilar		
<b>LUGAR DE EXPERIMENTACIÓN:</b>		Laboratorio de Química - Universidad César Vallejo- Sede Los Olivos		
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE 1:</b>		Comparacion de Escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus.		
<b>TRATAMIENTO</b>		<b>REPETICIONES</b>	<b>DOSIS</b>	<b>GRANULOMETRÍA</b>
<b>ESCAMAS DE MUGIL CEPHALUS</b>	T1			
	T2			
	T3			
	T4			
	T5			
	T6			
<b>RESIDUOS CALCAREOS DE ARGOPECTEN PURPURATUS</b>	T1			
	T2			
	T3			
	T4			
	T5			
	T6			

Asentamiento  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308







## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Dr. Oskimar Galvez Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación de variable independiente  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Velazquez Aguilar Zofia Priore

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Ficha formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Ficha adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Ficha adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Ficha una organización lógica.											X		
5. EFECTIVIDAD	Ficha en cuanto los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. EFECTIVIDAD	Ficha adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. EFECTIVIDAD	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. EFECTIVIDAD	Ficha coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. EFECTIVIDAD	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. EFECTIVIDAD	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

NO

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80 %

Lima 10 de Junio del 2020

  
 Dr. Oskimar Galvez Julio  
 DNI: 08447903



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **ABE. Ing. Wilber S. Quijano Pacheco**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **UCV - Docente**  
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de variable independiente.**  
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Vilangara Aguilar Zola Ponce**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						BASTANTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. PERTINENCIA	Esta adecuado para validar las variables de la Hipótesis.											X		
7. COHERENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima 16 de Junio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Docente
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación de variable independiente
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Velasquez Aguilar Zoila Prisve

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											x		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											x		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											x		
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.											x		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											x		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											x		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											x		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											x		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											x		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											x		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %
------


Lima 16 de Junio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°01066653

### Anexo 3. Ficha de observación de variable dependiente

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FICHA N°2: FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE - A</b>			
<b>TEMA DE INVESTIGACIÓN:</b>		Comparación de la eficiencia de escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argospecten purpuratus en la remoción de plomo y cobre en aguas de la laguna Pajuscocha Ancash, 2020.			
<b>LINEA DE INVESTIGACIÓN:</b>		Calidad y gestión de los recursos naturales.			
<b>INVESTIGADORA:</b>		Zaida Proye Velázquez Aguilar			
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>		Remoción de Plomo y cobre			
TRATAMIENTO		REPETICIONES	REMOCIÓN DE METAL - PLOMO		
			CONCENTRACIÓN INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	EFICIENCIA (%)
<b>ESCAMAS DE MUGIL CEPHALUS</b>	T1.Escamas de mugil cephalus (Dosis 2 g- Malla N°80)				
	T2.Escamas de mugil cephalus (Dosis 4 g- Malla N°80)				
	T3.Escamas de mugil cephalus (Dosis 6g- Malla N°80)				
	T4.Escamas de mugil cephalus (Dosis 2 g- Malla N°50)				
	T5.Escamas de mugil cephalus (Dosis 4 g- Malla N°50)				
	T6.Escamas de mugil cephalus (Dosis 6 g- Malla N°50)				
<b>RESIDUOS CALCÁREOS DE ARGOSPECTEN PURPURATUS</b>	T1. Conchas de abarico (Dosis 2g-Malla N°80)				
	T2. Conchas de abarico (Dosis 4g-Malla N°80)				
	T3. Conchas de abarico (Dosis 6g-Malla N°80)				
	T4. Conchas de abarico (Dosis 2g-Malla N°50)				
	T5.Conchas de abarico (Dosis 4g- Malla N°50)				
	T6.Conchas de abarico (Dosis 6g- Malla N°50)				

  
 Zaida Proye Velázquez Aguilar  
 DNI 08447308







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N°2: FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE - B

TEMA DE INVESTIGACIÓN:		Comparación de la eficiencia de escamas de Mugil cephalus y residuos calcáreos de Argopecten purpuratus en la remoción de plomo y cobre en aguas de la laguna Pajuscocha Ancash, 2020.			
LINEA DE INVESTIGACIÓN:		Calidad y gestión de los recursos naturales.			
INVESTIGADORA:		Zola Priore Velásquez Aguilar			
VARIABLE DEPENDIENTE:		Remoción de Plomo y cobre			
TRATAMIENTO		REPETICIONES	REMOCIÓN DE METAL - COBRE		
			CONCENTRACIÓN INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	EFICIENCIA (%)
ESCAMAS DE MUGIL CEPHALUS	T1.Escamas de mugil cephalus (Dosis 2 g- Malla N°80)				
	T2.Escamas de mugil cephalus (Dosis 4 g- Malla N°80)				
	T3.Escamas de mugil cephalus (Dosis 6g- Malla N°80)				
	T4.Escamas de mugil cephalus (Dosis 2 g- Malla N°50)				
	T5.Escamas de mugil cephalus (Dosis 4 g- Malla N°50)				
	T6.Escamas de mugil cephalus (Dosis 6 g- Malla N°50)				
RESIDUOS CALCÁREOS DE ARGOPECTEN PURPURATUS	T1. Conchas de abanico (Dosis 2g-Malla N°80)				
	T2. Conchas de abanico (Dosis 4g-Malla N°80)				
	T3. Conchas de abanico (Dosis 6g-Malla N°80)				
	T4. Conchas de abanico (Dosis 2g-Malla N°50)				
	T5.Conchas de abanico (Dosis 4g- Malla N°50)				
	T6.Conchas de abanico (Dosis 6g- Malla N°50)				

Portaportas  
Jesús Aulo Portaportas Galaz  
DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombre: Dr. Oskelmer Gálvez Jallo  
 5.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Docente  
 5.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación de variable dependiente.  
 5.4. Autor(A) de Instrumento: Velazquez Aguilar Zaida Proeve

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuando a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuando a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. RELEVANCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERCREDIBILIDAD	Esta adecuando para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONFIABILIDAD	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. CONSISTENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. VERTIBILIDAD	La estrategia responde una metodología y diseño aplicable para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

NO

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima 16 de Junio del 2020

  
 Dr. Oskelmer Gálvez Jallo  
 DN: 08647308



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: MSc. Ing. Wilber E. Quijano Pacheco  
 I.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Docente  
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación de variable independiente.  
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Velazquez Aguilar Zaida Proye

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MEDIAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. RELEVANCIA	Tiene en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. PERTINENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONFIABILIDAD	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y dicho aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80%

Lima 16 de Junio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°.....00000000

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 5.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Docente  
 5.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación de variable dependiente.  
 5.4. Autor(A) de Instrumento: Velasquez Aguilar Zoila Prisve

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima 16 de Junio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°01066653

#### Anexo 4. Medición de parámetros IN SITU y toma de muestra de agua



Muestreo no probabilístico



Toma de muestra en Laguna Pajuscocha



Multiparámetro HACH HQ40d



Medición de parámetros IN SITU



Recolección de muestra para análisis de metales en laboratorio



Anexo 5. Recolección de escamas de *Mugil cephalus* y obtención del bioadsorbente



Pescado *Mugil cephalus*



Lavado de escamas



Anexo 6. Recolección de residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* y obtención del polvo activo



Botadero “SERLISA”



Residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus*



Lavado y secado de los residuos de conchas de abanico



Calcinación de los residuos Calcáreos en la mufla a 800 C°



Molido con mortero y obtención del polvo activo

**INFORME DE ENSAYO N° 196505  
CON VALOR OFICIAL**

Nombre del Cliente	ZOLA VILLASQUEZ AGUILAR		
Dirección	Reservado por el cliente		
Identidad Por	ZOLA VILLASQUEZ AGUILAR		
Referencia	Código de N° 3030-19		
Proyecto	Lugare Pácorocha		
Procedencia	Reservado por el cliente		
Muestra Realizada Por	<input checked="" type="checkbox"/> cliente		
Control de Muestra	1		
Producto	Agua natural		
Fecha de Recepción	07/02/2019		
Fecha de Envío	07/02/2019	11	16/02/2019
Fecha de Entrega	18/02/2019		

[illegible]

## 5. Results

Gejala de Laksanasi	50020-01
Gejala de Cerebro	1401-01
Gejala de Mieloma	50014-00-00
Hist. de Mieloma de	11-00
Mieloma de Mieloma de Mieloma	51-0171-0001 de 50002-00
Tum. Mieloma	Agua 1000-00

[illegible]

Copyright © 2006 John Wiley & Sons, Ltd.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE PLOMO Y COBRE EN DIECIOCHO MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : ZOILA VELASQUEZ AGUILAR  
Procedencia de muestras : Agua de Laguna Pajuscocha-Ancash  
Muestras tratadas por pruebas de jarras,  
Tamizadas en m+80.  
Recepción de muestras : Lima, 15 de Noviembre del 2019

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS

	Muestras	Pb(mg/L)	Cu(mg/L)
1	T1-R1(2gr escamas)	0.062	0.043
2	T1-R2(2gr escamas)	0.059	0.045
3	T1-R3(2gr escamas)	0.060	0.043
4	T2-R1(4gr escamas)	0.041	0.019
5	T2-R2(4gr escamas)	0.038	0.021
6	T2-R3(4gr escamas)	0.043	0.019
7	T3-R1(6gr escamas)	0.011	0.001
8	T3-R2(6gr escamas)	0.010	0.002
9	T3-R3(6gr escamas)	0.012	0.001
10	T4-R1(2gr conchas)	0.207	0.060
11	T4-R2(2gr conchas)	0.209	0.062
12	T4-R3(2gr conchas)	0.206	0.064
13	T5-R1(4gr conchas)	0.169	0.029
14	T5-R2(4gr conchas)	0.176	0.039
15	T5-R3(4gr conchas)	0.173	0.030
16	T6-R1(6gr conchas)	0.139	0.005
17	T6-R2(6gr conchas)	0.137	0.004
18	T6-R3(6gr conchas)	0.136	0.006

Método de análisis Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 20 de Noviembre del 2019

  
MSc. Atilio Mendoza-A  
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE PLOMO Y COBRE EN DIECIOCHO MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : ZOILA VELASQUEZ AGUILAR  
Procedencia de muestras : Agua de Laguna Pajuscocha-Ancash  
Muestras tratadas por pruebas de jarras,  
Tamizadas en m+50  
Recepción de muestras : Lima, 15 de Noviembre del 2019

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS

	Muestras	Pb(mg/L)	Cu(mg/L)
1	T1-R1(2gr escamas)	0.069	0.051
2	T1-R2(2gr escamas)	0.070	0.051
3	T1-R3(2gr escamas)	0.065	0.050
4	T2-R1(4gr escamas)	0.048	0.032
5	T2-R2(4gr escamas)	0.048	0.033
6	T2-R3(4gr escamas)	0.047	0.034
7	T3-R1(6gr escamas)	0.025	0.009
8	T3-R2(6gr escamas)	0.025	0.009
9	T3-R3(6gr escamas)	0.024	0.008
10	T4-R1(2gr conchas)	0.229	0.052
11	T4-R2(2gr conchas)	0.232	0.054
12	T4-R3(2gr conchas)	0.230	0.055
13	T5-R1(4gr conchas)	0.198	0.036
14	T5-R2(4gr conchas)	0.201	0.037
15	T5-R3(4gr conchas)	0.199	0.036
16	T6-R1(6gr conchas)	0.159	0.014
17	T6-R2(6gr conchas)	0.162	0.013
18	T6-R3(6gr conchas)	0.160	0.012

Método de análisis : Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 20 de Noviembre del 2019

  
MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe